Lith.
114 ha

Cotta

<36632948640012
<36632948640012
Bayer. Staatsbibliothek

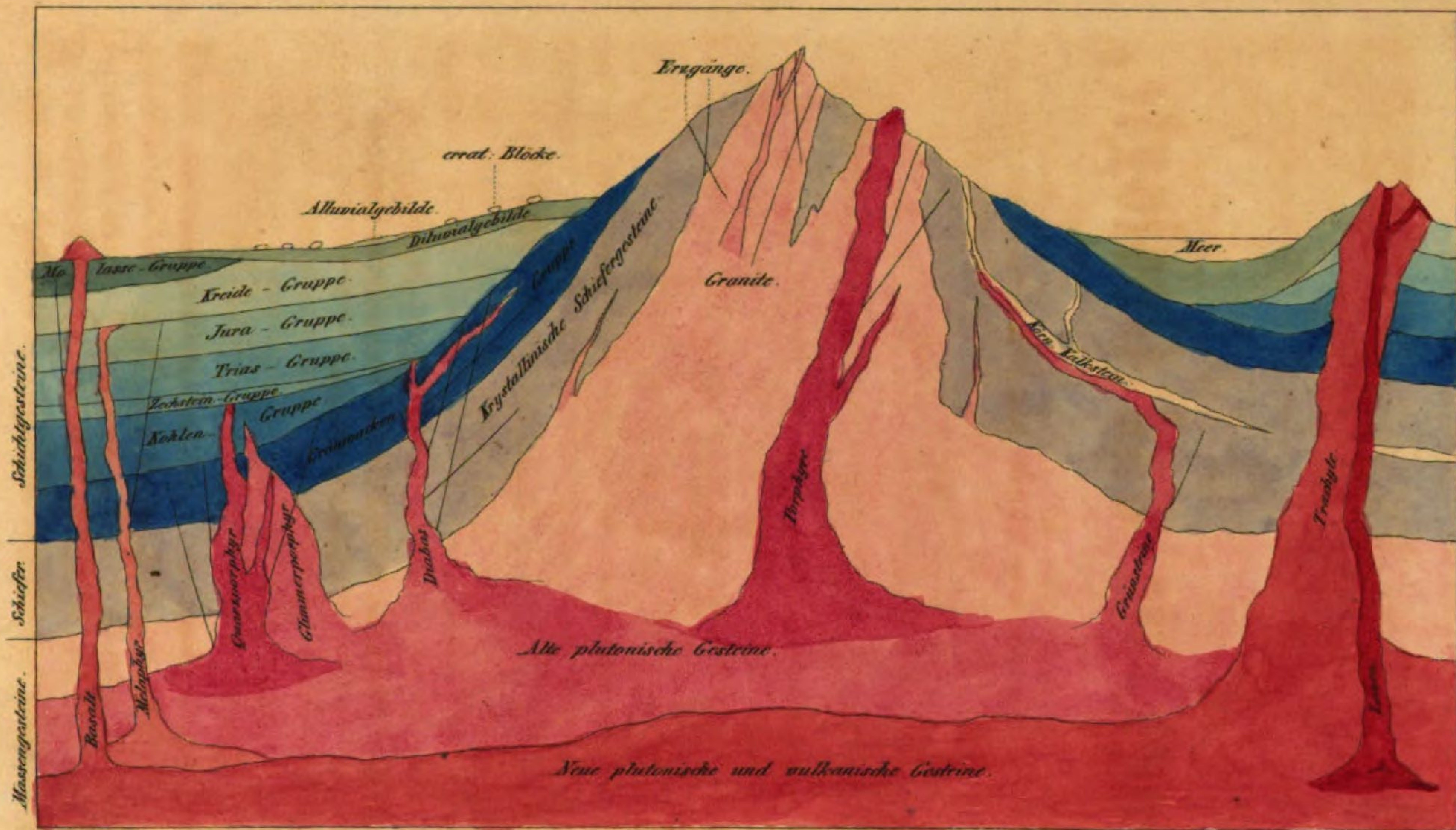
Lith.
114 ka

Cotta

<36632948640012 S

<36632948640012

Bayer. Staatsbibliothek


Erzgänge.
errat. Blöcke.
Alluvialgebilde.
Diluvialgebilde.
Meer.
Mo lasse-Gruppe.
Kreide - Gruppe.
Jura - Gruppe.
Trias - Gruppe.
Zechstein-Gruppe.
Kohlen- Gruppe
Grauwacken Gruppe
Krystallinische Schiefergesteine.
Granite.
Porphyre
Korn. Kalkstein.
Diabas
Quarzporphyr
Glimmerporphyr
Melaphyr
Basalt
Grünsteine
Trachyte
Laven
Alte plutonische Gesteine.
Neue plutonische und vulkanische Gesteine.
Schichtgesteine.
Schiefer.
Massengesteine.

Grundrifs

der

Geognosie und Geologie,

als zweite Auflage

der

Anleitung zum Studium der Geognosie und Geologie

von

Dr. Bernhard Cotta,
Professor der Geognosie in Freiberg.

Mit einer Titelskizze, 76 eingedruckten Holzschnitten und einer besonderen Beilage.

Dresden und **Leipzig,**
Arnoldische Buchhandlung.
1846.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Vorwort zur ersten Auflage.

Die Tendenz dieser Schrift geht schon aus dem Titel hervor. Der Hauptzweck derselben ist nicht, etwas Neues aufzustellen, sondern die Wissenschaft in ihrem gegenwärtigen Zustande übersichtlich und für den Anfänger bequem darzulegen, und dabei auf ihre praktische Anwendung Rücksicht zu nehmen, letzteres allerdings vorzugsweise in einem besonderen Abschnitte, um nicht überall die systematische Anordnung dadurch zu unterbrechen. Da das Buch vorzugsweise für deutsche Forstwirthe, Landwirthe und Techniker bestimmt ist — welche besondere Rücksicht mir in meiner gegenwärtigen Stellung sehr nahe lag — so sind manche mehr abstracte Theile der Geognosie und Geologie verhältnifsmäfsig nur kurz und oberflächlich behandelt worden, so z. B. die Versteinerungen, die vulkanischen Erscheinungen und die Literatur; aus demselben Grunde ist allen, Deutschland nicht unmittelbar berührenden Verhältnissen und Arbeiten nur geringe Aufmerksamkeit gewidmet worden. Dessenungeachtet hoffe ich, dafs das Buch nicht blos den Forstwirthen, Landwirthen und Technikern, sondern überhaupt Jedem, der sich für Geognosie und Geologie interessirt, Belehrung und Unterhaltung verschaffen kann; selbst dem Geognosten von Fach dürfte es vielleicht von einigem Interesse sein, darin manche meiner eigenen Beobachtungen und Ansichten — insoweit es der praktische Hauptzweck erlaubte — entwickelt zu finden. Aus diesem Grunde mufs ich hier zur näheren Bezeichnung meines Standpunktes bemerken, dafs meine Beobachtungen sich zwar fast nur auf Deutschland beschränken, in dessen Centrum ich aber seit fast

10 Jahren mit speciellen geognostischen Untersuchungen beschäftigt bin, dessen entferntere Theile ich mehrmals zu bereisen Gelegenheit hatte, und dessen sorgfältiges Studium ich zur Aufgabe meines Lebens gemacht habe. Aufser Deutschland sah ich bis jetzt nur einen kleinen Theil von England. Mein erster Lehrer der Geognosie war Kühn in Freiberg, dann hatte ich das Glück, ein Jahr lang Schüler und Hausgenosse v. Leonhard's in Heidelberg zu sein. Alexander v. Humboldt und Leopold v. Buch gestatteten mir freundlichst, wiederholt sie auf kleinen für mich dadurch höchst lehrreichen Reisen zu begleiten, und seit 1833 habe ich das Vergnügen, mit Carl Naumann an der grofsen geognostischen Karte von Sachsen zu arbeiten, die ich später mit Genehmigung und Unterstützung der betreffenden Regierungen über ganz Thüringen fortsetzen zu können hoffe. Diese Kartenarbeiten, sowie meine Beschäftigungen bei hiesiger Akademie für Forst- und Landwirthe, waren die Ursache, wefshalb seit 1839 jährlich immer nur ein Viertheil dieser Schrift erscheinen konnte, und eine natürliche Folge davon ist es, dafs in den zuerst herausgekommenen Heften die neuesten Fortschritte der Wissenschaft nicht berücksichtigt worden sind, und dafs sich manche kleine Wiederholungen und Inconsequenzen in den Bau des ganzen Buches eingeschlichen haben. Für diese, sowie für einige dem Hauptzwecke nicht entsprechende zu specielle Ausführungen einzelner Theile, mufs ich um Nachsicht bitten.

Tharand, im Mai 1842.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Die in dem Vorwort und auf dem Titel der ersten Auflage ausgesprochene Tendenz dieser Schrift hat sich mit meiner Stellung für die zweite Auflage wesentlich verändert. Von einer Akademie für Forst- und Landwirthe bin ich als Lehrer der Geognosie und Versteinerungslehre an eine Bergakademie versetzt worden. Na-

türlich mufs es mein Wunsch sein, meinen Vorträgen das eigene Buch zu Grunde legen zu können; das war aber für die Dauer nur durch eine gänzliche Umgestaltung desselben möglich. Der Bergmann macht andere und höhere Ansprüche an die Geognosie, wie der Forst- oder Landwirth als solcher. Es war deshalb nöthig, in viele Theile der Wissenschaft etwas tiefer einzudringen, hie und da mehr auf theoretische Begründung, ja selbst auf kritische Abwägung mancher Ansichten und auf Vorlegung neuer einzugehen. Das ist z. B. an folgenden Stellen dieser Auflage geschehen: §. 24, 33, 44, 45, 46, 51, 60, 68, 69, 73, 79, 81, 83, 99, 102, 103, 109, 110, 111, 112, 117, 123, 130, 131, 132, 133, 134, 136, 137, 147, 148, 151, 152, 155, 163, sowie Seite 118, 119, 122, 266, 283 und 317. Niemals kann es die Aufgabe eines Grundrisses der Geognosie sein, alle beobachteten Form- und Lagerungsverhältnisse darzustellen; wenn nur die Methode ihrer Beobachtung und Deutung dargelegt, durch einzelne Beispiele erläutert und eine allgemeine Uebersicht von dem Bau der festen Erdkruste gegeben wird, so ist der allgemeine Zweck eines solchen Lehrbuches erreicht.

Im Vergleich zur ersten Auflage erforderte insbesondere die Lehre von den Erzgängen eine weitere Ausführung, dagegen konnten die Abschnitte über Lithurgik und Bodenkunde füglich wegbleiben, da die erstere für den Bergmann zu wenig, die letztere zu viel bieten würde. So ist es gekommen, dafs von der ersten Auflage nur sehr wenig und nicht einmal die Form beibehalten wurde. Die Elemente der Geologie sind in dem Abschnitt über physikalische Erdkunde verwebt, die Gesteine und die Flötzformationen gewissermafsen in tabellarischer Form charakterisirt worden, und zwar in einer besonderen Beilage, die zum bequemeren Gebrauch für sich gebunden werden kann.

Das Erscheinen von Unger's *synopsis plantarum fossilium* und von Geinitzens Versteinerungskunde, welches zwischen die Ausgabe der ersten und zweiten Abtheilung dieser Auflage fiel, hat leider eine Inconsequenz hervorgerufen, die nicht wohl zu vermeiden war. Es sind nämlich die Versteinerungen in der Beilage nach Autorität der Lethäa ein-

geführt, in dem Abschnitt über Versteinerungen dagegen nach den beiden eben bezeichneten neuen Werken. Für die Literatur sind oft leicht verständliche Abkürzungen gewählt und ist darüber das Nähere Seite 2 und Seite 55 der Beilage zu ersehen. In dieser ist das Wichtigste der neueren Literatur überall direct oder indirect citirt, im Text selbst sind dagegen Citationen möglichst vermieden und fast nur die neuesten literarischen Erscheinungen, gewissermafsen als Nachträge für jene ein Jahr früher ausgearbeitete Beilage, hie und da hervorgehoben worden.

Was meine persönliche geognostische Fortbildung anlangt, so habe ich seit Abfassung der Vorrede zur ersten Auflage ununterbrochen an den geognostischen Karten von Sachsen und Thüringen gearbeitet und namentlich in den beiden letzten Jahren den Thüringer Wald sehr eifrig studirt. Diese speciellen Arbeiten, zu denen sich durch meine jetzige Stellung das Studium der Erzgänge gesellt, werden meine wichtigste Lebensaufgabe bleiben. Aber von besonderem Einflufs auf allgemeinere geologische Ausbildung war namentlich auch eine Reise durch die Alpen und durch Oberitalien, die ich im Jahre 1843 zu machen Gelegenheit hatte. Wenn auch die Zeit für diese Reise zu kurz gemessen war, um irgend specielle Beobachtungen oder gründliche Studien einer bestimmten Localität zuzulassen, so ist doch der Totaleindruck, den die Alpen bei mir hervorbrachten, ein in jeder Beziehung unverwischlicher, der auch auf mehre Abschnitte dieser Schrift seinen Einflufs geübt hat.

Freiberg, am 17. März 1846.

B. Cotta.

Inhaltsverzeichnifs.

Aeufsere Geognosie oder physikalische Erdkunde.

		Seite.
§	1. Einleitung	1

Gestalt des Festen.

-	2. Gestalt der Erde	2
-	3. Allgemeinster Bau der Erde	—
-	4. Land und Wasser	3
-	5. Unebenheiten des Landes	5
-	6. Gebirge	6
-	7. Zusammenhang der Gebirge	9
-	8. Besondere Gestalt der Gebirge	10

Hydrographie.

-	9. Quellen	11
-	10. Flüsse	18
-	11. Ablagerungen der Flüsse	24
-	12. Das Meer	25
-	13. Ebbe und Fluth	27
-	14. Die Meeresströmungen	28
-	15. Zerstörungen und Ablagerungen durch das Meer	30
-	16. Verdunstung und Niederschlag	—

Eiswirkungen.

-	17. Das Polareis	32
-	18. Die Gletscher	—

Luft.

-	19. Die Atmosphäre	43

Schwere.

-	20. Schwere	45
	Bergschlüpf von Goldau	48
	Bergschüpf von Devon	49

Seite.
§. 21. Dichtigkeit der Erde 51

Magnetismus der Erde.

- 22. Magnetismus der Erde 52

Temperatur der Erde.

- 23. Temperatur der Erde 55
- 24. Aggregatzustände, durch Wärme bedingt . . . 57

Vulkanische Thätigkeit.

- 25. Vorbemerkung 60
- 26. Erdbeben —
Erdbeben in der Walachei 61
Erdbeben in Lissabon 62
Erdbeben in Chile —
Niveauveränderungen der Gegenden von Puzzuoli . 64
- 27. Langsame Hebung und Senkung des Landes . . 65
- 28. Vulkanische Eruption 68
Entstehung der Insel Ferdinandea 69
Entstehung des Jorullo 73
- 29. Aufschüttungs- und Erhebungskrater 74
- 30. Besondere Aeufserungen vulkanischer Thätigkeit . 75
- 31. Gegenwärtige Verbreitung der vulkanischen Thätigkeit 76
- 32. Theorie der vulkanischen Thätigkeit 78
- 33. Geologische Bemerkungen über die vulkanische Thätigkeit 80

Organisches Leben auf der Erde.

- 34. Bedingungen desselben 82
- 35. Einflufs des organischen Lebens auf Gesteinsbildung 84
- 36. Anhäufungen von Sumpfgewächsen zu Torflagern . —
- 37. Untermeerische Wälder 87
- 38. Fucusbänke —
- 39. Einschwemmungen organischer Reste in das Meer . —
- 40. Infusorienlager 88
- 41. Korallenriffe und Koralleninseln 90
- 42. Die Kothanhäufungen gewisser Thiere . . . 98

Meteore.

- 43. Blitzröhren und Meteorsteine —

Rückblick.

- 44. Wirkung der wichtigsten Agentien auf die Erdoberfläche 99
- 45. Gesteinsbildung 102
- 46. Oberflächengestaltung 103

Innere Geognosie oder Geognosie im engeren Sinne.

Gesteinslehre.

Seite.

§. 47. Zusammensetzung der Gesteine 115
- 48. Textur der Gesteine 117
- 49. Besondere Gestalten und Erscheinungen in und an den Gesteinen 125
- 50. Absonderung der Gesteine 132
- 51. Theorie der Absonderung 135
- 52. Schichtung 137
- 53. Verhalten der Schieferung zur Schichtung . . . —
- 54. Mächtigkeit, Ausgehendes, Streichen und Fallen der Schichten 139
- 55. Weitere Betrachtung des Schichtungsphänomens . 142
- 56. Gestalt der Gesteinskörper 144
- 57. Besondere Bezeichnungen an Gängen 145
- 58. Unterscheidung und Benennung der Gesteine . 146
- 59. Anordnung der Gesteine 147
- 60. Kalksteine 148
- 61. Eisensteine 151
- 62. Kohlen 152
- 63. Kieselgesteine 154
- 64. Sandsteine, Conglomerate, Breccien und lose Gesteine 156
- 65. Mergel 158
- 66. Thongesteine 159
- 67. Thonige Schiefergesteine 160
- 68. Krystallinische Schiefergesteine 161
- 69. Granitgesteine 162
- 70. Grünsteine 165
- 71. Anhang (Norit, Eklogit, Serpentin) 167
- 72. Augitgesteine (Basaltgebilde) 169
- 73. Porphyre 171
- 74. Rückblick 174

Beispiele in der Natur oder durch Versuche beobachteter Gesteinsbildungen 175

Uebersicht der wahrscheinlichen Entstehungsarten der Gesteine überhaupt 176

Versteinerungslehre.

- 75. Was sind Versteinerungen? 181
- 76. Wo findet man Versteinerungen? 183

Seite.
§. 77. Welche Organismen findet man versteinert? . . 185
Uebersicht der Versteinerungen.
Pflanzen 187
Thiere 195
- 78. Vertheilung der Versteinerungen 222

Lagerungslehre
oder Architektur der festen Erdkruste.

- 79. Allgemeiner Bau 229

Schichtgesteine (Flötzformationen).

- 80. Allgemeines 231
- 81. Gesteinsverbindungsformeln der Schichtgesteine . 232
- 82. Gleichzeitigkeitsbestimmung der Schichten durch Gesteine oder Gesteinsverbindungsformeln . . . 233
- 83. Lagerungsformeln 234
- 84. Gleichzeitigkeitsbestimmung (Parallelisirung) . . 235
- 85. Gegenseitige Lagerung der Schichten und Werth derselben 236
- 86. Eintheilung der Schichtgesteine 238
- 87. Beispiel: Das Pariser Becken 241
- 88. Benennung der Formationen und Gruppen . . 245
- 89. Reihe der Gruppen und Formationen . . . 246
- 90. Alluvial- und Diluvalgebilde 247
- 91. Molassegruppe 248
- 92. Kreidegruppe 249
- 93. Juragruppe 251
- 94. Triasgruppe 252
- 95. Beispiel: die Jura- und Triasgruppe in Würtemberg 253
- 96 Zechsteinformation 257
- 97. Kohlengruppe 258
- 98. Grauwackengruppe 259

Schiefergesteine.

- 99. Allgemeines 260
- 100. Verbindungsformeln oder untergeordnete Einlagerungen der Schiefergesteine 262
- 101. Stellung der Schiefergesteine 266

Massengesteine.

- 102. Allgemeines 267
- 103. Verbindungsformeln der Massengesteine . . . 270

Seite.

Quarzführende Massengesteine.

§. 104. Vorbemerkung 271
- 105. Granitgesteine
1 Syenit —
- 106. 2. Granit 272
- 107. 3. Granulit (Weifsstein) 277
- 108. Quarzporphyr 278

Quarzfreie Massengesteine.

- 109. Grünsteine 283
- 110. Die den Grünsteinen verwandten Gesteine . . 288
- 111. Glimmerporphyr 289
- 112. Melaphyr 291
- 113. Basalt 292
- 114. Phonolith 298
- 115. Trachyt 299
- 116. Laven und Vulkane 300

Anhang zu den Massengesteinen.

- 117. Körniger Kalkstein, Dolomit, Spatheisenstein und Gyps 303

Ganggesteine (Ganglehre).

- 118. Einleitung 307
- 119. Lagerung der Gänge —
- 120. Gestalten oder Textur der Gangausfüllungen . 314
- 121. Veränderung oder Imprägnation des Nebengesteins 318
- 122. Materialien der Gangausfüllung —
- 123. Vertheilung des Ausfüllungsmaterials . . . 319
- 124. Gangformationen 324
- 125. Freiberger Gangformationen —
- 126. Andere Gangformationen 331
- 127. Unterscheidung der Gänge nach Form und Lagerungsweise 337
- 128. Theorieen der Erz- und Mineralgänge . . . 338
- 129. Congenerationstheorie 339
- 130. Lateralsecretionstheorie 340
- 131. Descensionstheorie 342
- 132. Ascensionstheorie 343
- 133. *a.* Injection 344
- 134. *b.* Infiltration 346
- 135. c. Sublimation 350
- 136. Relatives Alter der Erzgänge —

Seite.

Rückblick.

§. 137. Coordination der Schicht-, Schiefer-, Massen- und Ganggesteine 353

Geologie.

Kurzer Abrifs einer Geschichte der Geologie.

§. 138. Aeltere Geologie 357
- 139. Geologie des Mittelalters 358
- 140. Buffon 362
- 141. Entwickelung der Geognosie —
- 142. Abraham Gottlieb Werner 364
- 143. Alexander v. Humboldt und Leopold v. Buch . 368
- 144. Andere Schüler Werner's 370
- 145. Beachtung der Versteinerungen —
- 146. Cordier, Breislack, Davy 371
- 147. Elie de Beaumont's Erhebungstheorie 372
- 148. Buckland und Lyell 375
- 149. Neue Darstellungen und Hypothesen 377
- 150. Neueste Theorieen —
- 151. Neueste Ansichten über die Entstehung der krystallinischen Schiefergesteine 378

Skizzirter Versuch einer Entwickelungsgeschichte der Erde.

§. 152. Erster Zustand 383
- 153. Erste Gestaltung 385
- 154. Rindenbildung durch Erkaltung 386
- 155. Massengesteine 387
- 156. Schichtgesteine und Organismen (Grauwackengruppe) 389
- 157. Fortsetzung (Kohlengruppe) 393
- 158. - (Zechstein und Trias) 395
- 159. - (Juragruppe) 398
- 160. - (Kreidegruppe) 399
- 161. - (Molasse) 400
- 162. Diluvialgebilde 403
- 163. Rückblick 405
Sachregister 409
Namenregister 422
Ortsregister 425

Aeufsere Geognosie

oder

physikalische Geographie.

§. 1. Die Betrachtung und Untersuchung der Erdoberfläche, der auf ihr wirkenden Kräfte und aller dieselbe betreffenden Vorgänge und Veränderungen, welche noch jetzt stattfinden, mufs uns nothwendig am meisten befähigen, über frühere ähnliche Vorgänge und Veränderungen zu urtheilen, von denen wir jetzt nur die Resultate vorfinden. Wir schliefsen auf diese Weise aus der Wirkung bekannter Ursachen auf die nicht mehr beobachtbarer Ursachen gleicher oder ähnlicher Wirkungen zurück. Diese Untersuchungen sind, vorzüglich auf Lyell's Anregung, von den neueren Geologen in hohem Grade gefördert worden; da aber der Hauptzweck dieser Schrift eine gedrängte Darstellung des inneren Baues der festen Erdkruste — die innere Geognosie — ist, so werde ich mich hier darauf beschränken, von den Forschungen der äufseren Geognosie nur eine ganz kurze Uebersicht zu geben, indem ich zugleich auf die vortrefflichen Ausführungen in folgenden Schriften verweise, die ich vielfach als Quellen benutzte, ohne sie überall speciell zu citiren:

1) Berghaus, D. H., physikalischer Atlas, das Wichtigste der physikalischen Geographie in leicht übersichtlichen Bildern darstellend.

2) Bronn, H. G., Geschichte der Natur. Eine höchst gründliche Untersuchung der Entwickelungsgeschichte der Erde.

3) Hoffmann, Fr., hinterlassene Werke. Bd. I. physikalische Geographie. Bd. II. Geschichte der Geognosie.

4) v. Leonhard, K. C., populäre Geologie. Besonders die 4 letzten Bände enthalten treffliche hierher gehörige Zusammenstellungen.

5) Lyell, Ch., principles of Geology, wovon Hartmann zwei deutsche Uebersetzungen geliefert hat.

Nur rücksichtlich der Gletscherphänomene, deren sorgfältige Beobachtung der neuesten Zeit angehört, sehe ich mich zu einer etwas ausführlicheren Darstellung veranlafst.

Gestalt des Festen.

§. 2. *Gestalt der Erde.* — Die Gestalt der Erde ist die eines von der Kugelform wenig abweichenden Rotations-sphäroides. Erst durch sorgfältige in verschiedenen Erdgegenden angestellte Gradmessungen der neueren Zeit ist diese Gestalt genau ermittelt worden.

Aus dieser Gestalt der Erde läfst sich zugleich ein sehr begründeter Schlufs auf den einst weichen Zustand ihrer ganzen Masse ziehen, da es unserem Verstande gänzlich widerstreben würde, diese Gestalt von einer anderen Ursache abzuleiten, als von der Umdrehung einer weichen, d. h. in gewissem Grade flüssigen Masse um ihre Axe, der sie in jeder Beziehung entspricht; denn auch die kleinen Abweichungen, welche sich durch etwas ungleiche Krümmungshalbmesser verschiedener Gegenden zu erkennen geben, werden sehr vollständig erklärt durch die Einwirkung der Sonne und des Mondes während der Rotation und Erstarrung. — Doch auf diese Beziehungen kommen wir später noch einmal zurück.

§. 3. *Allgemeinster Bau der Erde.* — Der feste Kern der Erde ist von Wasser und Luft umgeben, und die Grenzen dieser drei Aggregatzustände sind vorzugsweise der Wohnplatz alles organischen Lebens. Wasser und Luft sind allerdings bis zu gewissen Tiefen und Höhen über ihre Grenzen hinaus von lebenden Wesen bevölkert, und auch auf dem Lande schreitet das organische Leben in gewissem Grade von den Ufern und Grenzen der Gewässer nach dem trockenen, wasserfreien Innern vor, aber nur in gewissem Grade, so weit die Wechselwirkungen der Aggregatzustände reichen, und immer von ihren Begrenzungen

als Maximum der Entwickelung ausgehend. In den höchsten Schichten der Atmosphäre, in den gröfsten Tiefen des Meeres und in den innersten Theilen der regenlosen Wüsten des Landes ist uns eben so wenig ein dauerndes organisches Leben bekannt als in den inneren Tiefen der festen Erde; dringt es zufällig oder absichtlich als Individuum dahin vor, so ist es immer den Gefahren des Todes ausgesetzt. Dafs die Grenzen der drei irdischen Aggregatzustände die günstigsten Bedingungen für die Entwickelung des Organischen darbieten, lehrt selbst die Geschichte des Menschen. Zu allen Zeiten waren die Länder, welche am meisten vom Wasser berührt werden, z. B. die mit den ausgezahntesten Küsten, unter übrigens gleichen Umständen die cultivirtesten und bewohntesten, so Europa im Allgemeinen, Griechenland, Italien und England im Besonderen; aufser der Gestalt der Wassergrenze hat aber auch noch die Luftgrenze einen besonderen Einflufs, weshalb wieder unter übrigens gleichen Umständen die unebensten, am mannichfaltigsten von Bergen und Thälern durchzogenen die in der Cultur am weitesten vorgeschrittenen und bevölkertsten sind. Zu den besonders unebenen gehört Deutschland, und in Deutschland zeichnen sich wieder die Gebirgsgegenden durch gröfsere Industrie und Bevölkerung vor dem flachen Lande aus.

§. 4. *Land und Wasser.* — Land und Wasser sind auf der Erdoberfläche sehr ungleich vertheilt, nicht nur nach der Quantität, sondern auch nach der Lokalität. Nur ein Drittel der Oberfläche ist Land, zwei Drittel sind mit Meer bedeckt. Dieses Landdritttheil liegt vorzugsweise gegen den Nordpol hin und da wieder vorzugsweise auf einer Erdseite, so dafs man sich einen gröfsten Kreis um die Erde denken kann, der eine Landhälfte von einer Wasserhälfte sondert, d. h. eine Halbkugel, auf welcher das Land über die Hälfte des Flächenraums einnimmt, während auf der andern Halbkugel das Meer gänzlich vorherrscht. Dieser gröfste Kreis der Land- und Wasserhemisphären durchschneidet den Aequator etwa unter 45°. Nothwendig mufs durch diese Vertheilung von Land und Wasser der Schwerpunkt der Erde um Etwas aus dem Mittelpunkte und selbst aus der Axe herausgerückt werden, die Differenz ist aber im Verhältnisse

zur Totalmasse so gering, dafs sie kaum näher bestimmt zu werden vermag.

Land und Wasser sind also die beiden auffallendsten Unterschiede der Erdoberflächengestaltung; genauer bezeichnet wird aber durch das Wasser des Meeres eigentlich nur eine Nivellementslinie an den Unebenheiten des starren Erdkörpers gezogen, unter deren Niveau unsere Forschungen über dessen Gestalt und Natur ziemlich beschränkt sind, über grofse Flächenräume hinweg sogar ganz aufhören. Wir wissen nur, dafs die gröfsten Tiefen des Meeres ungefähr den gröfsten Höhen des Landes entsprechen, dafs der Meeresboden ebenfalls uneben ist, wie das Land, und dafs er an den Küsten sich theils flach, theils steil einsenkt, oder Sandbänke, Klippen und sogenannte Scheeren bildet.

Das Land nennt man, je nach seiner zusammenhängenden Gröfse entweder Continent oder Insel, Begriffe, die, obwohl sehr relativ, dennoch allgemein verstanden sind.

Die Gestalt der Continente hat zu allerlei Vergleichungen und überraschenden Bemerkungen Veranlassung gegeben, ein innerer geologischer Grund dieser Gestaltungen hat aber noch nicht ermittelt werden können.

Forster (1783) machte zuerst darauf aufmerksam,

1) dafs die Continente gegen Süden in schmale hohe Felsenspitzen endigen,

2) dafs auf der Ostseite der Südspitzen aller Continente grofse Inseln liegen (Falklands-Inseln, Madagascar, Ceylon, Neu-Seeland), und

3) dafs alle Continente auf ihrer Westseite einen grofsen Meerbusen haben (Lima, Guinea, Indus-Mündung, Nuits Land).

Steffens suchte später eine gewisse Uebereinstimmung der Continentalgestalten dadurch hervorzuheben, dafs er dieselben in drei Gruppen brachte, für welche er Amerika als Normalgestalt betrachtete. Er verglich nun Europa, Kleinasien und Arabien mit Nordamerika, Afrika mit Südamerika und das mittelländische Meer mit seinen Inseln dem westindischen Archipelagus, ferner Asien mit Nord- und Neu-Holland mit Südamerika.

Bis jetzt können aber diese Vergleichungen fast nur als Spielereien betrachtet werden, welche allerdings dem Gedächtnisse zu Hilfe kommen.

Bei den Inseln unterscheidet man, je nach ihrer Gestalt und Lage

1) Continentalinseln, lang gestreckt, meist parallel neben den Küsten der Continente liegend, und

2) pelagische Inseln, mehr gerundet und selbstständig mitten im Ocean,

a) hohe, meist vulkanische,

b) niedere, meist Koralleninseln.

§. 5. *Unebenheiten des Landes.* — Zu den Unebenheiten des Landes in seiner Begrenzungsform gegen das Luftmeer übergehend, wollen wir mit dem Speciellen und Positiven, dem Hügel oder Berg, beginnen. Es kann aber hier nicht darauf ankommen, solche allgemein bekannte Ausdrücke überhaupt zu definiren, sondern nur, insoweit es möglich ist, die Begriffe etwas fester zu umgrenzen, als man sie im gemeinen Leben anwendet.

Hügel nennt man eine merkbare Erhöhung des Landes von abgerundeter Form und bis zu einer Höhe von 200 oder 300 Fufs. Bei gröfserer Höhe braucht man dafür den Ausdruck Berg.

Die ungeordnete Vereinigung vieler Hügel bildet ein Hügelland, die ungeordnete Vereinigung vieler Berge ein Bergland. Sind aber die verbundenen Hügel oder Berge einigermafsen zu einem abgeschlossenen Ganzen geordnet, so nennt man das eine Hügelkette oder ein Gebirge. Wird endlich ein ganzer Landstrich von vielen Gebirgen und Hügelketten durchzogen, so heifst man das, wenn auch dazwischen kleinere Ebenen oder ungeordnetes Bergland eintreten, ein Hochland. Die Zwischenräume zwischen den einzelnen Hügeln und Bergen sind je nach ihrer Gröfse, Lage und Gestaltung: Gründe, Schluchten, Thäler und Pässe; in der Regel dienen sie zugleich dem Wasser als Abflufswege und heifsen dann Bach- oder Flufsthäler.

Die Zwischenräume zwischen Gebirgen nennt man Ebenen

oder Stromthäler (die lombardische Ebene oder das Stromthal des Po zwischen Alpen und Apeninnen, das Stromthal des Rheins zwischen Schwarzwald und Vogesen). Die Zwischenräume zwischen zwei Hochländern endlich nennt man Niederung, Tiefland oder Flachland, in besonderen Fällen auch wohl Wüste, Sawanne, Steppe, Pampa. Europa z. B. enthält ein südliches und ein nördliches Hochland, welche durch die grofse europäische Niederung, von Belgien beginnend und bis zum Ural und schwarzen Meere fortsetzend, von einander getrennt werden.

Nach dem Obigen läfst sich folgendes Schema entwerfen:

Meeresgrund.						Land.	
Tiefer.	Nicht tiefer.		Niederung.		Hochland.		
	Flacher Grund.	Sandbänke. Klippen.	Ebene.	Hügelland.	Ebene oder Stromthal.	Gebirge oder Bergland.	
						Thal.	Berg.

§. 6. *Gebirge.* — Die Gebirge unterscheidet man, je nach ihrer Gestalt und Höhe, folgendermafsen.

a) Nach der Form der Grundfläche.

1) Massengebirge, wenn die einzelnen Berge um einen Mittelpunkt geordnet sind, der oft auch die höchste Erhebung der Gebirgsgipfel bildet (Harz, Aetna).

2) Kettengebirge, wenn die einzelnen Berge mehr um eine Linie geordnet oder an einander gereiht sind, in welchem Falle dann statt eines Gebirgsgipfels vielmehr ein Gebirgskamm (Rücken, Grathe, Egge) unterschieden werden kann (Erzgebirge, thüringer Wald).

b) Nach der Höhe.

3) Gemeine Gebirge, etwa bis 5000 oder 6000 Fufs hoch.

4) Hochgebirge, über 6000 Fufs hoch.

c) Nach der Form der Oberfläche.

5) Rückengebirge, mit gerundeten Formen und keiner grofsen Höhendifferenz zwischen den Spitzen und Fufspunkten der einzelnen Berge (Erzgebirge, thüringer Wald, Pyrenäen).

6) Alpengebirge, mit schroffen Bergformen und

grofser Höhendifferenz zwischen den Gipfeln und Fufspunkten der einzelnen Berge. Alpengebirge sind meist Hochgebirge (schweizer und tyroler Alpen).

7) Gebirge mit Hochplateaus, wenn sie auf ihrer Höhe eine ausgebreitete, nur von einzelnen Thälern durchschnittene Fläche tragen, auf der dann wieder einzelne Berge und kleine Gebirge emporragen können (Eifel, Fichtelgebirge, Mexiko).

An den Gebirgen wie an den Bergen unterscheidet man als besondere Theile oder Begriffe:

a) den Gebirgsgipfel oder Kamm,
b) den Gebirgsabfall,
c) den Gebirgsfufs.

Vom Gebirgsgipfel oder Kamm laufen die Gebirgsjöcher und Seitenjöcher aus, zwischen ihnen die Haupt- und Seitenthäler. Besitzt ein Gebirge mehre ziemlich parallel laufende Hauptkämme oder Rücken, bei denen es sogar schwierig sein kann, den wesentlichsten zu unterscheiden, so entstehen dazwischen Längenthäler, ein Verhalten, welches nirgends deutlicher ausgeprägt ist, als im schweizer Jura. Auch die mächtige Kette der Anden spaltet sich mehrmals in zwei oder drei parallel laufende; diese vereinigen sich nachher wieder und schliefsen Hochgebirgsseen zum Theil ohne Abflufs zwischen sich ein. Zuweilen sind die Längenthäler durch Querthäler verbunden.

Jeder Gebirgskamm besteht aus einzelnen Gipfeln (hervorragenden Bergen) und dazwischen liegenden Pässen. Die Gebirgspässe bieten in der Regel die leichtesten Wege zur Ueberschreitung von Gebirgsketten dar und gewinnen dadurch einen grofsen Werth für den menschlichen Verkehr. In der Regel bilden sie die obere Vereinigung zweier Hauptthäler, die verschiedenen Stromgebieten angehören; doch nicht alle Hauptthäler gehen von Gebirgspässen aus. Die Tiefe des Eingeschnittenseins der Pässe steht, wie schon erwähnt, in der innigsten Beziehung mit der Oberflächengestaltung oder Physiognomik der Gebirge. Bei unseren norddeutschen Rückengebirgen, z. B. beim Erzgebirge und thüringer Walde, ist die

Differenz der Höhe der Pässe und Gebirgsgipfel sehr gering, sie beträgt in der Regel kaum einige hundert Fufs, die Strafsen laufen deshalb hier fast über die gröfsten Gebirgshöhen hinweg (Nollendorf, Gottesgabe, Oberhof), und auf dem thüringer Walde war es sogar möglich, einen überall fahrbaren Weg, den Rennsteig längs des Gebirgsrückens fortzuführen. In den Alpen ist das ganz anders, dort werden die höchsten Gebirgspässe immer noch einige tausend Fufs von den Gipfeln überragt.

Alex. v. Humboldt, dem wir überhaupt im Gebiete der physikalischen Geographie die wichtigsten Forschungen verdanken, hat folgende interessante Zusammenstellung der Höhenverhältnisse der Gipfel und Pässe einiger Hochgebirge geliefert und dabei zugleich einen Werth für die Gebirgskämme, d. h. für deren mittlere Höhe, eingeführt, dessen Bestimmung allerdings etwas relativ ist.

	Pässe.	Kämme.	Gipfel.	Verhältnifs der Kämme und Gipfel.
Alpen	7068′	7200′	14764′	1 : 2
Pyrenäen	7302′	7500′	10722′	1 : 1,4
Anden in Süd-Amerika	10900′	11100′	20100′	1 : 1,8
Himelaya	14592′	14592′	26340′	1 : 1,8
Kaukasus	—	4500′	8100′	1 : 1,2

Die Gipfel der Pyrenäen haben also fast genau die Höhe des Kammes der südlichen Anden, die der Anden dagegen die des Himelayakammes. Der Werth für die Gipfel der Anden bedarf aber allerdings einer Berichtigung auf 25500′, wodurch dann auch das Verhältnifs ein anderes wird. Ganz läfst sich aber nach diesen Verhältnifszahlen die Physiognomie der Gebirge doch nicht beurtheilen, da eine gröfsere absolute Höhe der Gipfel über den Kämmen noch mehr imponirt, als eine blofse grofse Differenz zur Erhebung überhaupt, und da ferner das Isolirt- oder Zusammenstehen der Gipfel einen grofsen Unterschied hervorbringt.

Die verschiedene Gestalt und Steile der Gebirgsgipfel hat auch für sie wieder verschiedene Benennungen veranlafst, die zum Theil allerdings nur provinziell sind.

Die schroffsten Gebirgsgipfel nennt man Nadeln, Spitzen, Hörner, Zähne.

Die minder schroffen heifsen Kegel, Kogel, Kopf, Belchen, Dom, Ballen.

Die noch flacheren Kuppe, Berg, Rücken, Anhöhe.

§. 7. *Zusammenhang der Gebirge.* — Es war gar nicht so leicht, eine richtige Uebersicht über den Zusammenhang oder die Vertheilung und Richtung der Gebirge auf der Erdoberfläche zu erhalten, und noch jetzt ist in dieser Beziehung keinesweges die ganze Erdoberfläche bekannt.

Früher hielt man die Gebirge für eine Art von Knochengerüsten der Erde. Buache, der sich zuerst vorzugsweise mit der Entwickelung dieser Verhältnisse beschäftigte, nahm im Innern aller Continente einen Hauptgebirgsstock oder Knoten an, dessen Verzweigungen er über die ganze Erde hinweg, selbst unter der Meeres-Oberfläche fort zu verbinden suchte.

Buffon glaubte gewissermafsen Gebirgsmeridiane und Parallelkreise zu erkennen.

Gatterer führte diese Idee noch weiter aus, nach ihm sollte das die Erde umstrickende Gebirgsnetz sogar ein ganz regelmäfsiges sein, dessen Linien aber die geographischen Meridiane und Parallelkreise unter gewissen Winkeln schnitten.

Diese und ähnliche unglückliche Hypothesen wurden zuerst von Alex. v. Humboldt zerstört, doch liefs auch er sich eine Zeit lang durch das zufällige Zusammentreffen einiger Beobachtungen täuschen. Er hatte gefunden, dafs die Hauptrichtung des Erzgebirges, des Fichtelgebirges und der Alpen aus SW. nach NO. gehe und den Aequator unter 45° bis 52° schneide. Der Zufall wollte es, dafs er bald nach seiner Ankunft in Amerika in der Kette von Venezuela dieselbe Hauptrichtung wieder finden sollte, und schon glaubte er, das sei wohl die Hauptrichtung aller Gebirge der Erde; bald aber überzeugte er sich eines Anderen, und wir wissen jetzt, dafs für die gesammte Erdoberfläche im Grunde keine Gebirgsrichtung vorherrschend genannt

werden kann. Nichtsdestoweniger bleibt die Bestimmung der Gebirgsrichtungen etwas sehr Wichtiges, denn sie zeigen häufig gewisse Beziehungen zu einander, und wir werden später sehen, dafs sie sich sogar auch in gewisse Beziehungen zu den Zeiträumen ihrer Entstehung oder Erhebung bringen lassen.

§. 8. *Besondere Gestalt der Gebirge.* — So wie man sich häufig durch die parallele Richtung gewisser Gebirge zu Fehlschlüssen oder Hypothesen über die Richtung aller Gebirge hat verleiten lassen, so auch durch gewisse analoge Gestaltsverhältnisse. Man beobachtete z. B., dafs bei dem Erzgebirge, dem Riesengebirge, den Pyrenäen und in gewissem Grade auch bei den Anden und dem Himelaya der südliche oder westliche Abhang der steilere sei, und glaubte nun schon, das sei ein allgemeines Gesetz für alle Gebirge; es gibt aber nicht nur genug Beispiele des Gegentheils (Harz, Kaukasus), sondern bei vielen Gebirgen ist auch die Steile beider Abfälle durchschnittlich fast ganz gleich (thüringer Wald). Doch läfst sich auch hier wieder eine gewisse Beziehung der ungleich steilen Abhänge von Gebirgen zu ihrer Lage nicht verkennen. Die steilere Seite ist nämlich, wie schon Saussure bemerkte, fast stets dem aufsteigenden Lande, oder höheren Gebirgen, oder bei Gebirgen mit mehren Parallelketten der Centralkette zugekehrt.

Alexander v. Humboldt hat auch den Versuch gemacht, eine mittlere Erhöhung der Continente über den Meeresspiegel, d. h. die Höhe zu berechnen, welche sie einnehmen würden, wenn ihre Oberfläche ganz eben wäre. Die erhaltenen Werthe sind:

für Europa = 615 Fufs,
- Nord-Amerika = 684 Fufs,
- Süd-Amerika = 1035 Fufs,
- Asien = 1053 Fufs.

Die anderen Welttheile sind noch zu wenig bekannt.

Die Ursachen der Gestaltung des Festen werden später berührt.

Hydrographie.

Das Wasser befindet sich auf der Erdoberfläche in einem fortwährenden Kreislauf, um diesen zu verfolgen, müssen wir

an irgend einem Punkte mitten in ihn eindringen, denn einen eigentlichen Anfang giebt es hier nicht.

§. 9. *Quellen.* — Wir wollen bei den Quellen beginnen. Es ist allgemein bekannt, dafs diese am häufigsten in oder an Gebirgen entspringen, ein Umstand, der sich sehr bestimmt auf die Ursachen ihrer Entstehung zurückführen läfst; denn wir werden am Schlusse der Betrachtung des Wasserkreislaufes sehen, dafs der Wassergehalt der Atmosphäre in den Gebirgen am reichlichsten wieder zur Erde gelangt.

Man hat zuweilen die Quellen von einer anderen Ursache als den atmosphärischen Niederschlägen herleiten wollen und z. B. angenommen, das Wasser steige aus unterirdischen, mit dem Meere zusammenhängenden Wasserbehältern durch Destillation oder durch die Wirkung der Haarröhrchenkraft auf, es werde durch heberartig wirkende Röhrchen aus dem Meere den Quellen zugeführt u. s. w. Es sind aber nicht nur diese als Erklärungen des allgemeinsten Verhaltens sehr sonderbaren Ideeen hinreichend widerlegt worden, sondern es läfst sich auch die Abhängigkeit der Quellen von den atmosphärischen Niederschlägen direct beweisen, wodurch freilich die Möglichkeit noch nicht abgeschnitten ist, dafs einige, namentlich mineralische Quellen auf etwas andere Weise entstehen, einige in der Nähe der Meeresküste auch unmittelbare Zuflüsse aus dem Meere beziehen könnten, so wie sicher einige andere von versunkenem Flufswasser herrühren. Das ist aber nur eine kleine örtliche Modification des allgemeinen Vorganges. Wenn Einzelne früher glaubten, die Masse der atmosphärischen Niederschläge reiche nicht aus, um alle Quellen des Landes zu speisen, so hat Dalton durch Beobachtung und Berechnung gezeigt, dafs der mefsbare atmosphärische Wasserniederschlag in England jährlich 4135760690000 engl. Cubikfufs beträgt, während sämmtliche Flüsse nur etwa $\frac{9}{25}$ von obiger Menge in das Meer zurückführen, so dafs für Verdunstung und Vegetationsbedürfnisse offenbar noch genug übrig bleibt.

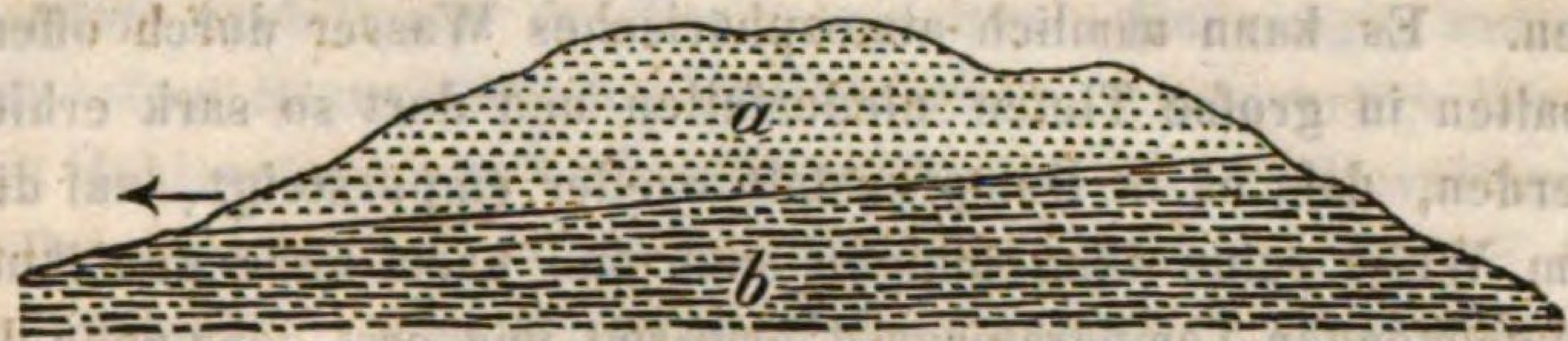
Auch die Quellen auf der Höhe von Bergen, z. B. auf dem Brocken, Zobtenberge und Ochsenkopf, können nicht als Gegenbeweise benutzt werden, da sie niemals auf der eigentlichen Spitze der Berge entspringen (z. B. die Brockenquelle immer

noch 18 Fufs unter dem höchsten Punkte des sehr flachen Gipfels) und da diese Berge ganz aufserordentlich viel Wasser aus der Atmosphäre aufsaugen.

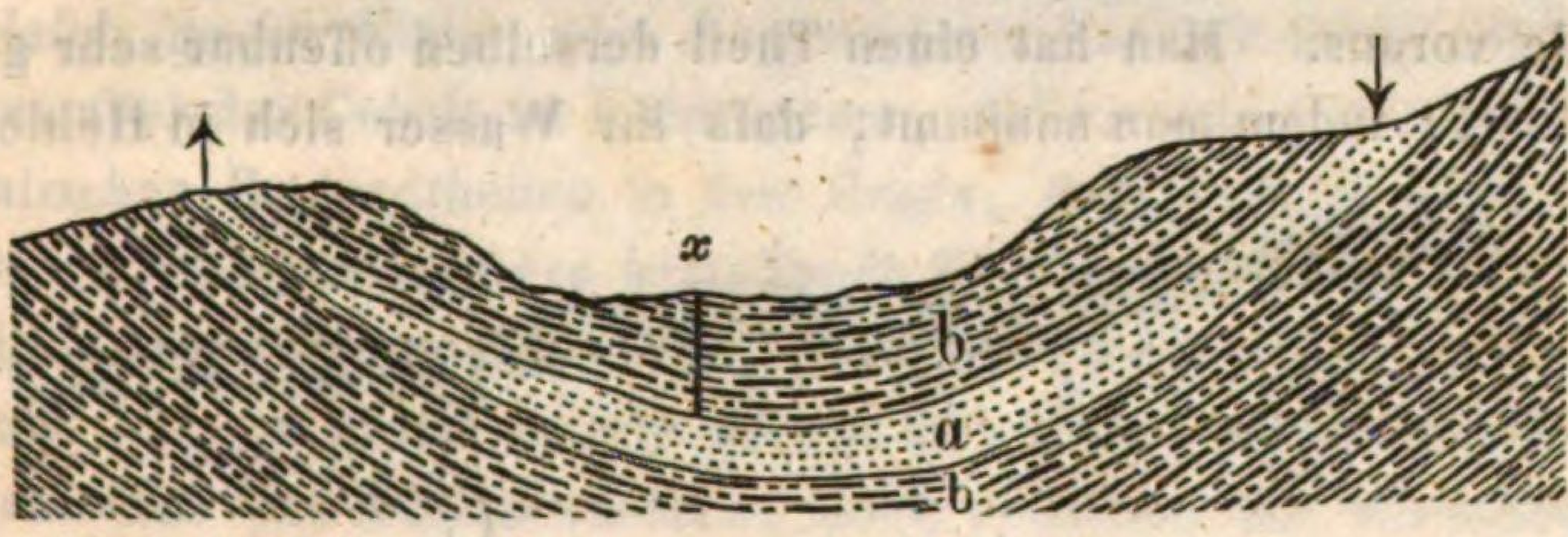
Man unterscheidet kalte Quellen, warme Quellen, Mineralquellen, Salzquellen u.s.w. Die Sache verhält sich so. Die meisten Quellen besitzen ziemlich genau die mittlere Temperatur des Bodens, aus dem sie entspringen, sie zeigen sich deshalb im Sommer etwas kälter, im Winter etwas wärmer als ihre Umgebungen. Diefs sind kalte Quellen, Quellen von gewöhnlicher Temperatur; einige aber weichen von der mittleren Bodentemperatur ab und zeigen höhere Wärmegrade, bis zum Siedepunkte. Diese kann man mit Recht sämmtlich warme Quellen nennen, aber eine scharfe Grenze zwischen beiden existirt nicht, da jene Temperaturunterschiede so gering sein können, dafs man sie kaum noch wahrnimmt. Wir werden in einem späteren Abschnitte sehen, dafs die Temperatur der Erde nach innen zunimmt; diese Zunahme ist entschieden als die allgemeine Ursache der warmen Quellen zu betrachten. Je tiefer das atmosphärische Wasser in die Erde eindringt, ehe es als Quelle hervorsprudelt, um so wärmer ist diese; an den sogenannten artesischen Brunnen läfst sich das vortrefflich nachweisen, sie sind um so wärmer, in je gröfseren Tiefen man sie erbohrt. Dabei ist ein gewisser Zusammenhang der warmen Quellen und der vulkanischen Erscheinungen unverkennbar, sie finden sich sehr gewöhnlich zusammen, sei es nun, dafs in gewissen Gegenden die Temperatur der Erde nach innen schneller zunimmt und dadurch die Anwesenheit der Vulkane und heifsen Quellen zugleich bedingt, oder dafs vulkanische Erschütterungen dem Wasser nur leichtere Wege in gröfsere Tiefen gebahnt haben.

Man wird hier fragen: wodurch wird das Quellwasser wieder an die Oberfläche geleitet, wenn es einmal in gewisse Tiefen niedergesunken ist? Um diese Frage zu beantworten, ist es gut, bei der Sammlung des Wassers der kalten Quellen zu beginnen. Die Gesteine, woraus die feste Erdkruste besteht, sind theils von der Art, dafs sie Wasser durch sich hindurch lassen, sei es nun durch ihre Masse selbst, wie Sand, oder durch ihre Absonderungsklüfte, theils sind sie aber auch für

Wasser undurchlässig. Denkt man sich nun z. B. einen Hügel,



dessen oberer Theil *a* aus wasserdurchlassenden, und dessen unterer *b* aus undurchlassenden Schichten besteht, so wird nothwendig das von dem oberen Theile des Hügels eingesaugte atmosphärische Wasser sämmtlich an den tiefsten Ausstrichpunkten der Grenze des undurchlassenden Gesteins bei ← als Quellen zu Tage treten. Dieser Fall ist ganz einfach, deutet aber doch zugleich schon die mannichfaltigsten Modificationen der Quellenbildung an. Schliefsen etwa zwei undurchlassende Gesteine *b b* ein durchlassendes *a* zwischen sich ein, so

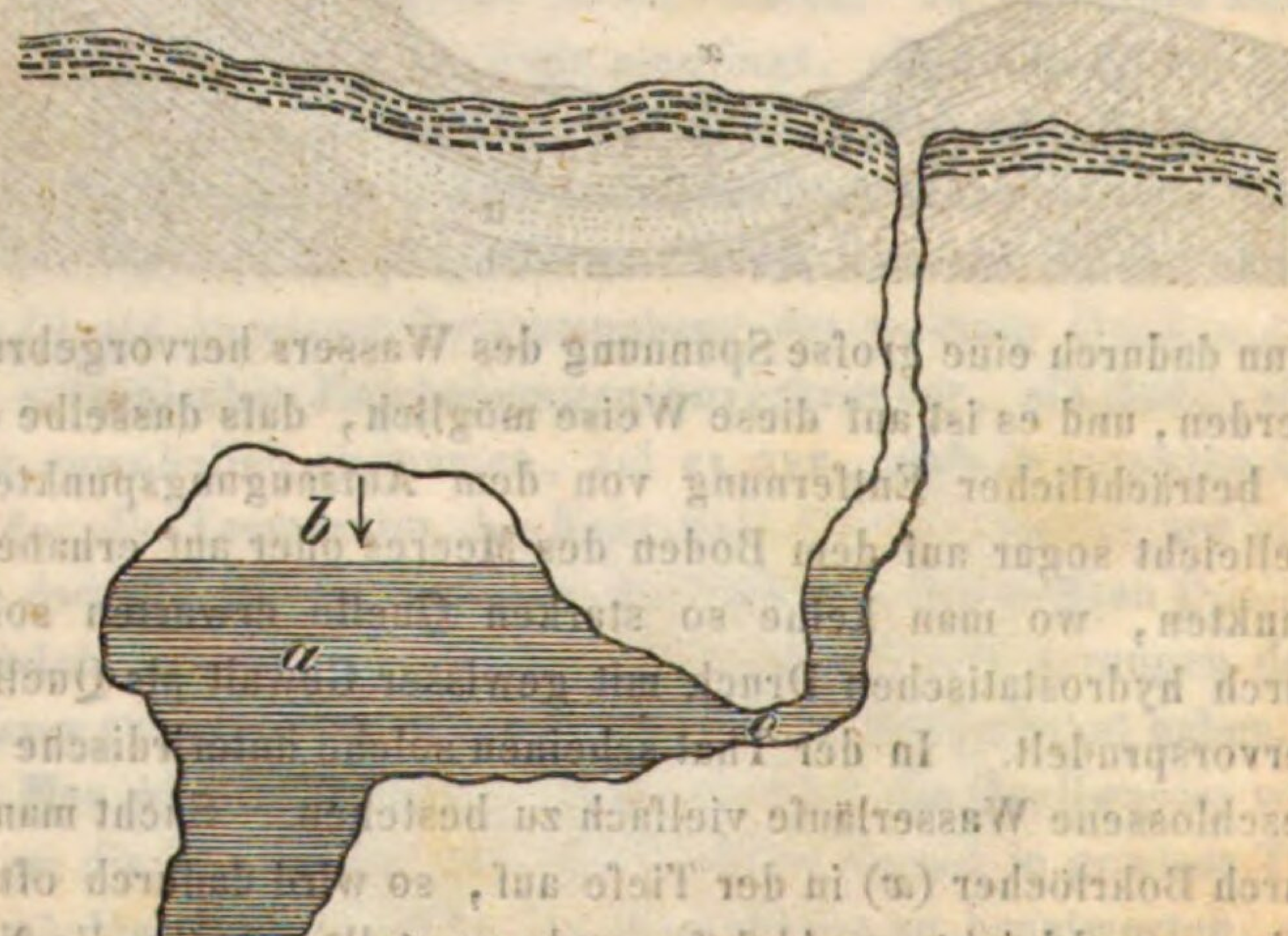


kann dadurch eine grofse Spannung des Wassers hervorgebracht werden, und es ist auf diese Weise möglich, dafs dasselbe erst in beträchtlicher Entfernung von dem Aufsaugungspunkte ↓, vielleicht sogar auf dem Boden des Meeres oder auf erhabenen Punkten, wo man keine so starken Quelle erwarten sollte, durch hydrostatischen Druck mit gewisser Gewalt als Quelle ↑ hervorsprudelt. In der That scheinen solche unterirdische eingeschlossene Wasserläufe vielfach zu bestehen. Sucht man sie durch Bohrlöcher (*x*) in der Tiefe auf, so wird dadurch oft ein näherer und leichterer Abflufsweg hergestellt, als ihn die Natur bietet, und es entsteht ein artesischer Brunnen.

Schon durch dergleichen unterirdische Wasserkanäle kann also Wasser in beträchtliche Tiefen geleitet und dann durch hydrostatischen Druck irgendwo als erwärmte Quelle zu Tage geprefst werden. Wir haben aber für die heifsen Quellen auch

noch eine andere Entstehungsweise als wahrscheinlich anzunehmen. Es kann nämlich atmosphärisches Wasser durch offene Spalten in grofse Tiefen niederfallen und dort so sark erhitzt werden, dafs es in Dampfgestalt wieder emporsteigt, auf diesem Wege seine Umgebungen nach und nach über den ihnen zukommenden Temperaturgrad erwärmt und erst ganz nahe der Erdoberfläche, in viele feine Spalten zerschlagen, durch Abkühlung zur Condensation gelangt. Die einzelnen niedergeschlagenen Wassertropfen sammeln sich dann und rinnen, wo die Gelegenheit günstig ist, zu immer noch warmen oder heifsen Quellen zusammen.

Gewisse intermittirende, oscillirende oder periodische meist etwas warme Quellen, wie die Geiser auf Island und die Quelle an der Saline bei Kissingen, setzen einen besonders complicirten Bau der unterirdischen Wasserkanäle voraus. Man hat einen Theil derselben offenbar sehr gut erklärt, indem man annimmt, dafs ihr Wasser sich in Höhlen-



räumen *a* ansammle und aus diesen periodisch durch entwickelte Dämpfe *b* oder kohlensaures Gas gewaltsam ausgeprefst werde, welche Dämpfe oder Gase sich oberhalb des Wasserspiegels bis zu einem gewissen Grade der Spannung ansammeln, dann aber plötzlich durch den etwas tiefer liegenden Ausgang des Höhlen-

raumes eine Entladung verursachen, bei der nicht nur Wasser, sondern auch Dampf und Gas entweichen. Bei einigen anderen oft kalten intermittirenden Quellen scheinen heberartige Kanäle mit Höhlenräumen in Verbindung zu stehen, die sich wechselnd füllen und leeren. Ganz anders verhält es sich aber mit den kalten oscillirenden Quellen, welche häufig, z. B. in Holland, in der Nähe der Meeresküste die Ebbe und Fluth nachahmen und offenbar durch hydrostatischen Druck des Meerwassers erklärt werden müssen.

Wohl keine Quelle besteht aus ganz reinem Wasser, wie man es in den Laboratorien durch Destillation erzeugt. Die meisten enthalten aufser den sehr geringen Beimengungen, die man oft sogar im Regenwasser findet, auch noch Kohlensäure und gewisse mineralische Bestandtheile, wodurch (besonders durch erstere) der erquickende Geschmack des Quellwassers im Vergleich gegen Flufs- oder Regenwasser bedingt wird. Steigt nun aber der Gehalt an Kohlensäure, Salzen und anderen mineralischen Bestandtheilen in dem Grade, dafs er sehr auffallend wird, so nennt man das betreffende Quellwasser einen Säuerling, eine Mineralquelle, eine Salzquelle u. s. w. Also auch hier ist keine scharfe Grenze zu ziehen, weder zwischen gemeinen und Mineralwässern, noch zwischen den besonderen Arten der Mineralwässer. Fr. Hoffmann hat indessen die Mineralwässer zur leichteren Uebersicht dennoch und keineswegs unpassend unter folgende Abtheilungen gebracht.

1) Aechte Säuerlinge, in denen die Kohlensäure ganz vorherrscht, z. B. der Säuerling bei Carlsbad, der Brodeldreis in der Eifel.

2) Alkalische Säuerlinge mit viel Kohlensäure und kohlensaurem Natron, z. B. Selters.

3) Eisen-Säuerlinge (Stahlwasser) mit viel Kohlensäure und Eisenoxydul — Pyrmont, Franzensbad.

4) Salzquellen und Soolen, in denen Chlornatrium vorherrscht, z. B. bei Halle, Schönebeck, Wimpfen, Kreuznach.

5) Bitterwässer, in denen schwefelsaure Talkerde vorherrscht — Sedlitz und Saidschütz in Böhmen.

6) Schwefelwässer, mit Schwefelwasserstoffgas — Aachen, Warmbrunn.

7) Salpeterquellen, mit salpetersaurem Kali. — Ungarn, Samosthal in Siebenbürgen.

8) Naphtha- oder Bergöl-Quellen (in der Regel ist das Naphtha mit Wasserquellen mechanisch verbunden, es kommen jedoch auch wasserfreie Naphthaquellen vor) — Krimm, Baku, Bolonga, Trinidad, Braunschweig.

9) Cement-Quellen, welche Kupfervitriol aufgelöst enthalten und deshalb eingetauchtes Eisen mit Kupfer überziehen. — Neusohl und Schemnitz in Ungarn, St. Pölten in Steiermark, Fahlun.

10) Incrustirende Quellen, welche Kalktuff oder Kieseltuff ablagern. Die Kalktuff ablagernden sind aufserordentlich häufig, meist kalt und bilden grofse Gesteinsanhäufungen, zuweilen kleine kegelförmige Hügel um ihre Mündung herum. Die Kieselsinter ablagernden sind selten und stets warm. — Geifser auf Island.

Hierzu könnte man noch mehre andere Abtheilungen bilden, die aber weniger constant vorkommen, z. B. die von Alex. v. Humboldt beobachteten, Schwefelsäure und Salzsäure enthaltenden Quellen und Bäche am Vulkan Puracé bei Popagan. Jedenfalls sind aber die Eisenoxydhydrat-Ablagerungen vieler Quellen und stagnirenden Wässer, die Raseneisenstein-Bildungen, hier zu erwähnen, so wie dafs in Torfmooren, z. B. bei Franzensbad, auch Eisenkies vom Wasser abgelagert wird, was aufserordentlich an die Eisenkiese in Braun- und Steinkohlenlagern erinnert.

Wie sind aber diese verschiedenen mineralischen Bestandtheile der Quellen zu erklären? — Durch Auslaugung aus den durchdrungenen Gesteinen. Alle Einwendungen, welche man gegen diese einfache und natürliche Erklärung zu machen gesucht hat, sind (z. B. von Fr. Hoffmann) hinreichend widerlegt worden, und Experimente (z. B. die von Struve angestellten) haben die Möglichkeit einer solchen Auslaugung unmittelbar nachgewiesen.

Allerdings müssen dadurch in den von Quellwasser durch-

strömten Gesteinen nach und nach grofse Veränderungen hervorgebracht und in den Fällen, wo grofse Gesteinsmassen, wie Steinsalz, löslich sind, selbst Höhlungen ausgewaschen werden, denn das Quantum der von Quellen fortgeführten Mineraltheile ist sehr beträchtlich; so hat man z. B. berechnet, dafs die Carlsbader Quellen, welche allerdings wohl zu den wasserreichsten in ganz Europa gehören, aber noch nicht die mineralreichsten sind, jährlich allein und aufser den übrigen Bestandtheilen gegen 130,000 Centner kohlensaures Natron und 200,000 Centner Glaubersalz zu Tage fördern. Noch viel gröfser ist das Quantum fester Bestandtheile, welches von den gesättigten Salzsoolen jährlich aus den Tiefen gebracht wird. Diese Wirkungen finden aber zum Theil in unbeobachtbaren Tiefen statt und sind aufserdem meist auf so unbedeutende Bestandtheile sehr grofser Gesteinsmassen beschränkt, dafs durch deren Wegführung noch keine bis zur Oberfläche fort wirkende Veränderung hervorgebracht werden kann. Nur wo ihrer Totalität nach lösliche Gesteinsmassen, wie Steinsalz, zerstört werden, da treten auch häufig Einstürzungen, sogenannte Erdfälle, ein. Gewisse Kalksteinformationen und namentlich die, in welchen man Steinsalz oder andere lösliche Ablagerungen voraussetzen kann, sind vielfach von solchen meist trichterförmigen Erdfällen durchzogen, z. B. der Zechstein Thüringens.

Die meisten und vorzugsweise die mineralischen Bestandtheile kommen sonach durch Auslaugung der Gesteine in die Quellen; diese Erklärung kann aber nicht auf die Kohlensäure, nicht auf das nur mechanisch mit fortgerissene Naphtha und wahrscheinlich auch nicht auf die freie Schwefelsäure und Salzsäure angewendet werden. Der Ursprung des vielen kohlensauren Gases im Innern der Erde ist zwar nicht hinreichend erklärt, zuverlässig mufs dieses Gas aber vielfach und zwar am häufigsten in vulkanischen Gegenden vorhanden sein, um theils vom Wasser aufgenommen zu werden, theils frei auszuströmen und zuweilen jene dem thierischen Leben Gefahr bringenden Lokalitäten, wie die Hundsgrotte bei Neapel, zu bilden. Aehnlich verhält es sich mit dem Naphtha, nur ist dieses nicht so häufig und seine Verbindung mit dem Wasser ganz mechanisch.

Freie Schwefelsäure und Salzsäure sind bis jetzt nur in Quellen, die an Vulkanen entspringen, bekannt und werden deshalb wohl durch vulkanische Dämpfe bedingt sein, in denen bekanntlich schwefelige Säure und Salzsäure häufige Bestandtheile sind.

§. 10. *Flüsse.* — Das Wasser der Quellen rieselt thalabwärts und heifst nun ein Bach. Wenn mehre solcher Bäche sich vereinigen, so entsteht daraus ein Flufs, und wenn ein Flufs endlich eine gewisse Gröfse und Ausdehnung erreicht, so nennt man ihn einen Strom; bestimmte Grenzen lassen sich auch für diese Begriffe nicht festsetzen. Nur so viel läfst sich etwa noch beifügen, dafs ein Strom gewöhnlich nicht einem einzelnen Gebirge angehört, dafs er vielmehr seine Wasserzuflüsse aus den Gebieten mehrer Gebirge erhält und auch seinen Lauf oft unabhängig von den Gebirgsrichtungen nimmt. Stromthäler gehören deshalb nicht leicht einem Gebirge an, sondern sie bilden vielmehr gewöhnlich den Zwischenraum zwischen zweien oder mehren.

Den Landstrich, aus welchem einem Flusse oder Strome das Wasser aller Quellen zugeführt wird, nennt man sein Gebiet; da nun alle einzelnen Wasserfäden jedes Stromgebietes von ihren Quellen aus immer tiefer hinabsinken, so entsteht, wenn man sie sämmtlich durch eine Fläche verbunden denkt, die Gestalt einer mehr oder weniger regelmäfsigen halben Mulde, deren tiefster Punkt die Mündung des Stromes in das Meer ist. Die gegenseitige Grenze zweier Stromgebiete nennt man Wasserscheide. Die Wasserscheiden fallen gewöhnlich mit Gebirgskämmen zusammen, aber nicht immer. Gebirgskämme sind freilich stets Wasserscheiden, aber nicht allemal Wasserscheiden zweier Stromgebiete; sie liegen vielmehr zuweilen mitten in einem sie gänzlich umrankenden Stromgebiete. Dadurch giebt sich eine beachtenswerthe Unabhängigkeit der Gebirgsformen und des Wasserlaufes zu erkennen. Wenn die Gebirge nichts als Ueberreste von Zerstörungen des Wassers wären, so könnte es nicht so sein. Beispiele werden diefs deutlicher machen. Der Gebirgskamm des thüringer Waldes wird zum grofsen Theile vom Stromgebiete der Weser umrankt, er liegt mit seiner Längenaxe zwischen der Hörsel und Werra.

Die Saale, welche dem Elbgebiete zugehört, schneidet quer hindurch. Es kann demnach dieser noch dazu sehr auffallende Gebirgsrücken nicht als die Wasserscheide dieser beiden Stromgebiete betrachtet werden, obwohl diese ungefähr in dieselbe Gegend fällt. Noch auffallender ist es aber, dafs die Wasserscheide der Weser (Werra) und des Rheines (Main) zwar dem thüringer Walde ziemlich parallel, aber nicht auf ihm, sondern gar nicht weit von seinem südwestlichen Fufse verläuft, wo keine Gebirgserhebung vorhanden ist. — Das Erzgebirge, liegt quer im Stromgebiete der Elbe, der Harz quer zwischen den Stromgebieten der Elbe und der Weser, während zwischen dem Harz und thüringer Walde diese Stromgebiete nur durch ganz flache Hügel getrennt und durch einen sehr einfachen künstlichen Kanal verbunden sind.

Zuweilen kommen sogar natürliche Verbindungen zweier Stromgebiete durch Gabeltheilungen der Flüsse vor; die berühmteste dieser Art ist die Gabeltheilung des Orinoco, der sich bei Esmaralda in zwei schiffbare Ströme spaltet, von denen der eine als Orinoco sich fortsetzt, während der andere als Casiquiare sich in den Rio Negro und durch diesen in den Amazonenstrom ergiefst. Ein minder auffallendes Beispiel von Gabeltheilung und dadurch hervorgebrachter natürlicher Verbindung zweier Stromgebiete besitzen wir in Deutschland. Die Haase, auf dem teutoburger Walde entspringend, sendet bei Gesmold einen Arm unter dem Namen der Alse gegen Osten, der sich in die Weser ergiefst, während der Hauptflufs der Ems zuströmt.

Die Gröfse der Stromgebiete ist natürlich sehr verschieden, steht aber nicht immer in gleichem Verhältnisse mit der Länge und Wassermenge der Ströme; die letztere ist nur bei wenigen bekannt. Einige Beispiele, von den gröfsten und den bekanntesten kleineren Strömen entlehnt, werden die Ungleichheit jener beiden ersteren Verhältnisse deutlich machen.

	Flächenraum des Stromgebietes in deutschen Quadratmeilen.	Länge des Wasserfadens mit allen Krümmungen.	Abstand der Quelle von der Mündung in Meilen.
Amazonenstrom	94500	770 M.	387
Mississippi	61400	890 „	353
Obi in Sibirien	57800	580 „	319
La Plata............	55400	480 „	257
Jenisei in Sibirien	49000	700 „	307
Lena in Sibirien......	37150	600 „	349
Amur in Ost-Asien	36430	595 „	305
Jan-Ste-Kiang	34200	720 „	392
Hoang-Ho	33600	?	?
Niel	32600?	560? „	330?
Ganges	27000	420 „	206
Wolga	24800	510 „	150
Lawrence............	18600	450 „	215
Donau	14630	374 „	220
Euphrat............	12230	373 „	150
Dnjepr	10600	270 „	137
Rhein..............	4080	150 „	90
Weichsel	3540	130 „	70
Elbe...............	2616	171 „	86
Oder	2440	120 „	70
Seine	1414	85 „	55
Weser	820	70 „	50
Pregel	370	25 „	15

Nicht alle Ströme münden in das Meer. Es giebt namentlich im Innern Asiens sehr bedeutende Stromgebiete (deren Gesammtflächenraum über 100000 Quadratmeilen beträgt), die ihr Wasser in Landseen ergiefsen, welche z. Th. sogar unter dem Niveau des Meeres liegen. So ergiefst sich der Jordan in das todte Meer, gegen 1400 Fufs unter dem Spiegel des mittelländischen Meeres liegend, die Wolga, der Ural, der Kur u. s. w. in das über

80 Fuſs unter dem Meeresspiegel liegende kaspische Meer, der Sir und der Amur in den Aral-See; und so reihen sich in Centralasien gegen Osten noch mehre, nicht genau bekannte Landseegebiete terrassenförmig übereinander, ohne mit dem Weltmeere in Verbindung zu stehen.

Auch in Amerika sind in der Andeskette einige Fluſsgebiete bekannt, welche in hochliegende Gebirgsseen endigen, ohne mit dem Weltmeere in Verbindung zu sein, so in Nordamerika der Guzman, Patus, Mapimi und Parras, in Südamerika der Titicaca, Uros, Catalina, Taro, Blanea u. s. w.

Die Neigung der Bach-, Fluſs- und Strombetten ist eine sehr verschiedene; sie ist in der Regel innerhalb der Gebirge am stärksten und wird nach dem Meere zu immer schwächer. Von diesem allgemeinen Verhalten finden freilich viele specielle Abweichungen statt. Die Wasserfälle und Stromschnellen als die auffallendsten Ungleichheiten der Fluſsneigungen, kommen am häufigsten in den Gebirgen vor; sie sind natürlich stets durch die Gestaltung des Bodens bedingt, und diese hängt oft wieder ab von dem inneren Bau. Bei keinem bekannten Wasserfalle ist die Einwirkung des inneren Gebirgsbaues auffallender als bei dem berühmten Niagarafalle. Von dem Erisee aus flieſst der Fluſs ohne eigentliches Thal auf einer erhabenen Ebene bis zu den Fällen; die Gegend ist so flach, daſs sie bei einem Steigen des Wassers auf 10 Fuſs schon weithin überschwemmt wird. Von den Fällen aus abwärts ist der Charakter des Flusses und seiner Umgebungen plötzlich ganz verändert, er strömt dann wüthend auf dem Boden eines gegen 200 Fuſs tiefen, von mauerähnlichen Felsabhängen eingeschlossenen Thales bis Queenstown, wo die kleine Hochebene plötzlich endet und der Fluſs in die Auen des Ontario-Sees eintritt. Diese Bergterrasse zwischen Queenstown und dem Eriesee besteht aus horizontal geschichteten Flötzgesteinen und zwar zuunterst aus ziemlich leicht zerstörbarem Schiefer, darüber aber aus festem Kalkstein. Dieser innere Bau erklärt nicht nur die eigenthümliche Natur, sondern auch das allmälige Aufwärtsrücken des Falles, welches in den letzten 40 Jahren gegen 150 Fuſs betragen hat. Das 150 Fuſs hoch herabstürzende Wasser höhlt nämlich die unteren weichen

Schieferlagen fortwährend aus, so dafs die feste Kalkplatte eine zuweilen mehr als 100 Fufs überspringende Decke bildet. Dann bricht plötzlich ein beträchtlicher Theil dieser Decke nach, und der Fall tritt, ohne seine senkrechte Natur zu verändern, um eben so viel zurück. Offenbar ist das ganze Thal von Queenstown bis zum Falle nach und nach auf diese Weise ausgefurcht worden, wozu, wenn das Fortschreiten stets mit derselben Schnelligkeit wie in den letzten 40 Jahren erfolgt wäre, ungefähr ein Zeitraum von 8000 Jahren nöthig gewesen sein würde, und um den 21 englische Meilen entfernten Eriesee zu erreichen, bedarf der Fall, wenn die Umstände dieselben bleiben, noch 30000 bis 40000 Jahre.

Manche Bäche und Flüsse nehmen für gewisse Strecken ihren Lauf unter der Erdoberfläche, was entweder durch Sandstrecken bedingt ist, wie bei einigen afrikanischen Flüssen, oder durch Spalten und Höhlenräume festen Gesteins, so bei der Rhone unterhalb Genf. Es sind besonders gewisse Kalksteingebirge, welche so vielfach von Höhlenräumen durchzogen werden, dafs in ihnen das Wasser der Bäche einen unterirdischen Ablauf findet, so der Kalkstein des Karstgebirges zwischen Triest und Laibach. Fast alle Bäche fliefsen hier unterirdisch und kommen nur zuweilen plötzlich als sehr wasserreiche (scheinbare) Quellen zu Tage, oft um bald darauf wieder zu verschwinden. Man kann sie theils unmittelbar in den Höhlenräumen beobachten, so bei Adelsberg, wo in diesen unterirdischen Gewässern das merkwürdige Mittelding zwischen Fisch und Amphibie, der *Proteus anguineus*, lebt, theils läfst sich ihr unterirdischer Lauf an der Erdoberfläche durch zahlreich an einander gereihte trichterförmige Erdfälle verfolgen. Man hat sogar den Plan gefafst, einen solchen unterirdischen Flufs durch Stollenbetrieb nach dem wasserarmen Triest zu leiten. Auch am nördlichen Fufse des thüringer Waldes verschwinden mehre Bäche theilweise und ganz, wenn sie in das Gebiet des vielfach zerklüfteten Muschelkalksteins eintreten.

Das Wasser der grofsen Flüsse enthält in der Regel weniger chemische und mehr mechanische Beimengungen als das

der Quellen. Die warmen Quellen erkalten, und aus allen Quellen entweicht, wenn sie als Bäche fortrieseln, sehr bald die Kohlensäure. Durch beide Umstände fallen viele Bestandtheile zu Boden, welche nur durch Beihilfe der Wärme oder der Kohlensäure im Wasser aufgelöst waren, und so entstehen in der Nähe der Quellen kalkige, kieselige und andere Ablagerungen. Aber der reifsende Bach führt dagegen schlammige und sandige Theile, ja selbst einzelne Steine seines Bettes und Ufers durch mechanische Kraft mit sich fort, besonders dann, wenn er durch ungewöhnliche atmosphärische Zuflüsse oder durch zufällige temporäre Anstauung sein gewöhnliches Niveau überschreitet. Ein Beispiel erstaunlicher Wasserkraft lieferte die Fluth im Bagnethal in der Schweiz im Jahre 1818. Durch das Hinabstürzen einiger Schnee- und Eislawinen von einem hohen Gletscher in das Bett des Dranse-Flüfschens bildete sich an einer engen Stelle des Thales ein hoher Damm, welcher das darüber befindliche Thal in einen gegen 200 Fufs tiefen See verwandelte. Um nun das angesammelte Wasser mehr allmälig abzuleiten, damit es beim Schmelzen des Eisdammes nicht allzuviel Schaden anrichte, wurde eine Rösche von 700 Fufs Länge durch den oberen Rand des fest gefrorenen Eisdammes getrieben. Als das Wasser die Höhe erreichte, um durch die Rösche abzufliefsen, löste es das Eis auf und vertiefte den Kanal allmälig, bis etwa die Hälfte abgelaufen war. Da aber, beim Herannahen des Sommers, gab der mittlere Theil des Eisdammes mit entsetzlichem Krachen nach, und der noch übrige Theil des Sees wurde binnen einer halben Stunde entleert. Beim Weiterströmen in dem Thale trafen die Gewässer auf eine enge Stelle, stiegen daselbst zu einer beträchtlichen Höhe an, brachen mit grofser Gewalt durch und führten Felsmassen, Häuser, Bäume, Brücken und cultivirtes Land mit sich fort. Auf dem gröfsten Theile ihres Laufes glich die Fluth mehr einer bewegten Masse von Felstrümmern und Schlamm als Wasser. Einige hausgrofse Felsblöcke wurden aus den älteren Alluvionen herausgerissen und grofse Strecken mit fortgewälzt. Die Geschwindigkeit des Wassers auf dem ersten Theile seines Laufes betrug 33 Fufs in der Secunde; allein sie verminderte sich

bis auf 6 Fufs, ehe es den Genfer-See erreichte, welche Strecke von 9 deutschen Meilen es in $6\frac{1}{2}$ Stunden durchströmte. Wäre dieser See ganz sich selbst überlassen worden, wie grofs würden dann erst die Zerstörungen bei einem plötzlichen Durchbruche gewesen sein.

Die gröberen und schwereren Beimengungen des Flufswassers, z. B. die Steine, oft zu Geschieben abgerundet, werden da wieder abgelagert, wo der Bach oder Flufs in ein geringeres Gefälle eintritt; die feineren sandigen und schlammigen Theile führt er oft bis zu seiner Mündung fort, wenn er nicht etwa das Becken eines Landsees durchströmt, auf dessen Boden er dann auch sie und überhaupt den gröfseren Theil seiner mechanischen Beimengungen ablagert, so die Rhone im Genfer-See.

Der Schlamm- und Sandgehalt der Flüsse ist natürlich je nach ihrem Gefälle, der Natur ihrer Ufer und der Periodicität ihres Anschwellens sehr ungleich; man hat ihn für einige Flüsse annäherungsweise zu bestimmen gesucht. Er beträgt z. B. nach Harstöker beim Rhein zur Fluthzeit etwa $\frac{1}{100}$ der Wassermasse, beim gelben Flusse oder Hoang-Ho in China $\frac{1}{200}$. Der Ganges soll nach Rennell zur Fluthzeit noch mehr schlammige Theile enthalten als der Rhein. Das sind aber freilich gerade sehr auffallende Beispiele; nimmt man indessen als mittleren Schlammgehalt aller Flüsse nur $\frac{1}{455}$ der Wassermasse an, was sicher eher zu wenig als zu viel ist, so wird dadurch alljährlich doch eine Cubikmeile erdiger Theile vom Land in das Meer gefördert, denn man hat die Wassermasse, welche alle Flüsse zusammen genommen jährlich in das Meer führen, auf ungefähr 455 Cubikmeilen berechnet.

§. 11. *Ablagerungen der Flüsse.* — Es wurde bereits erwähnt, dafs die von Flüssen durchströmten Landseebecken den gröfseren Theil der dem Flufswasser beigemengten erdigen Theile auffangen, so dafs das Wasser ziemlich abgeklärt aus ihrem unteren Abflufs wieder ausströmt.

Viele Flüsse besitzen aber keine solchen Ablagerungsbecken auf ihrem Wege, und auch die damit versehenen führen einen kleinen Theil der erdigen Theile hindurch oder erhalten

unterhalb durch Seitenwässer neue getrübte Zuflüsse. Bei dem Einströmen in das Meer wird jeder Flufs oder Strom besonders während der Fluthzeit in seinem Laufe aufgehalten und sogar zurückgestaut. Dadurch wird aber eine Veranlassung zu mechanischen Ablagerungen aus dem Flufswasser gegeben, ein Theil des trübenden Schlammes und Sandes, oft auch viele Schalen von Infusorien, welche das Salzwasser nicht vertragen können, fallen hier zu Boden und bewirken entweder ein allmäliges Seichterwerden, Versanden und Verschlammen der Flufsmündung oder die Entstehung eines sogenannten Deltas.

Beginnt nämlich die Ablagerung, wie es häufig der Fall ist, in der Mitte der Mündung, so entsteht dadurch eine fortwährend sich vergröfsernde Insel, deren Spitze gegen den Flufs gekehrt ist, während sie nach dem Meere zu in eine breite Fläche ausläuft. Diese dreieckige Gestalt hat zu dem Namen Delta Veranlassung gegeben.

Zuweilen wird ein Flufs mit der Zeit durch mehre solche Inseln in viele Mündungen zerspalten, so z. B. der Nil, der Rhein, der Ganges; bei letzterem sind diese Deltabildungen ganz besonders grofsartig, ihre Ausdehnung beträgt vom Scheitel bis zur Basis über 40 deutsche Meilen.

Solche gegen das Meer vorschreitende und dasselbe gewissermafsen verdrängende Landbildungen durch Flufsablagerungen können aber natürlich nur da erfolgen, wo der Meeresboden sich nicht plötzlich tief einsenkt, und wo auch keine starken Meeresströmungen die Küste entlang stattfinden. Im letzteren Falle wird der Schlammgehalt der Flüsse weit hin in das Meer geführt und gelangt erst in seinen ruhigsten Tiefen zur Ablagerung.

§. 12. *Das Meer.* — Meer, Ocean, so nennen wir die zusammenhängende grofse Wassermasse, welche alle Continente und Inseln umwogt, hier über unabsehbare Flächenräume ausgebreitet, dort von Ländermassen zu Meerengen zusammengedrängt, vielfach als Meerbusen und Buchten tief in das Land eingreifend. Die Gestalt seines Bodens ist zwar nur wenig bekannt, aber so viel läfst sich doch aus den Beobachtungen

darüber schliefsen, dafs es einzelne mehr oder weniger geschlossene Becken bildet.

Das Wasser des Meeres ist bekanntlich kein reines, es enthält als constante chemische Beimischungen:

Chlornatrium	circa	2,50,
Chlormagnesium	-	0,30,
schwefelsaure Talkerde . .	-	0,30,
Chlorcalium	-	0,15,
schwefelsaure Kalkerde . .	-	0,15,

aufserdem Spuren von kohlensaurer Kalkerde, kohlensaurer Talkerde, kohlensaurem Eisenoxydul, phosphorsaurer Kalkerde, Kieselsäure, Brom- und Jodverbindungen, und diese Bestandtheile sollen, so wie die Beimengungen von Luft und Kohlensäure, gegen die Tiefe etwas zunehmen.

Diese constanten Beimengungen des Meerwassers sind offenbar sehr merkwürdig, da sie nicht durch die Flüsse zugeführt, aber freilich auch nicht durch Verdunstung entfernt werden, sondern, wie es scheint, so lange es auf der Erde Meer gab, diesem angehörten und nur periodisch, theilweise und örtlich zum Festwerden gelangten und noch gelangen, während dafür anderwärts durch Auflösung Ersatz eintrat und noch eintritt. Der örtliche Niederschlag der im Meerwasser gelösten Salze erfolgt, so weit unsere jetzigen Beobachtungen reichen, nur durch Verdunstung, wenn z. B. nach der Fluth in geschlossenen Becken Meerwasser zurückbleibt und darin verdunstet. Bekanntlich stellt man an Küsten warmen Klimas die dazu nöthigen Umstände künstlich her, um Kochsalz zu gewinnen. Ein sehr grofsartiger und fortdauernder Niederschlag durch Verdunstung auf dem Boden des mittelländischen Meeres läfst sich zwar ziemlich sicher als nothwendig nachweisen, hat aber bis jetzt noch nicht beobachtet werden können. Es strömt nämlich in dieses sehr abgeschlossene Meeresbecken, weil seine Verdunstung mehr beträgt als die Wassermasse der einmündenden Flüsse, durch die Meerenge von Gibraltar stets viel mehr Salzwasser ein als aus. Da nun dennoch der Salzgehalt in demselben nicht merklich zunimmt, so mufs wohl in ihm irgendwo eine Salzablagerung erfolgen, denn die un-

bedeutende künstliche Salzgewinnung an seinen Küsten kann nicht hinreichen, um das Gleichgewicht herzustellen.

§. 13. *Ebbe und Fluth.* — Das periodische Wiederkehren der sogenannten Fluth des Meeres, ungefähr alle 24 Stunden zweimal, wird, wie bekanntlich Newton zuerst nachwies, dadurch bedingt, dafs das Meer sich gegen den Mond hin durch dessen Anziehung zu einem Hügel erhebt, während die Erde sich gleichsam darunter hinweg umdreht, so dafs fortwährend andere Meerestheile erhoben werden, während die früheren allmälig wieder in das Niveau der Ebbe niedersinken, wobei indefs auch einige Bewegung von Ost nach West stattfindet. Der dem Monde zugekehrte Hügel veranlafst aber diametral gegenüber eine ähnliche, nur etwas flachere Erhebung und dadurch das zweimalige Wiederkehren des Fluthhügels an jeder Meeresstelle in ungefähr 24 Stunden. Da aber der Mond sich um die Erde bewegt, und zwar in einer den Erdäquator schräg schneidenden, etwas elliptischen Bahn, und da auch die Sonne anziehend auf das Wasser wirkt, und zwar bald übereinstimmend, bald abweichend oder gar entgegengesetzt wie der Mond, so entstehen dadurch ziemlich complicirte, aber doch ganz genau bekannte Verhältnisse der Höhe und der Eintrittszeit der Fluth an jedem bestimmten Punkte des Oceans. Diese ursächlichen Bedingungen werden überdiefs in ihrer Wirkung noch bedeutend modificirt durch die sehr ungleichen Tiefen des Meeres und durch die Gestalt der Festländer und Inseln, welche sich dem gleichmäfsigen Fortrücken des Fluthhügels entgegenstellen; ja gewisse eng umschlossene Meeresarme, z. B. die Ostsee, zeigen die Erscheinung der Ebbe und Fluth fast gar nicht, weil sie für sich (wie die meisten Landseen) zu klein sind um einen besonderen Fluthhügel zu bilden, und mit dem grofsen Ocean in zu schwacher Verbindung stehen, um durch die schnell vorübergehende Niveauänderung afficirt zu werden. Andere nach der Fluthseite offene Meerbusen und Meerengen zeigen dagegen gerade die höchsten Fluthstände bis 50 Fufs, weil in ihnen der Fluthhügel gewissermafsen zusammengedrängt wird. Die mittlere Höhe der Fluthhügel im offenen Meere beträgt etwa 3 — 7 Fufs.

Wäre die ganze Erde flüssig, so würde sie unstreitig Fluthhügel bilden wie das Meer und wie die Atmosphäre. Die Anziehung von Mond und Sonne wirkt offenbar auf die ganze Masse der Erde, und wenn sie an ihren starren Theilen keine Formveränderung hervorbringen kann, so mufs sie doch fortwährende kleine Schwankungen des Cohäsionszustandes der einzelnen Theile verursachen.

§. 14. *Die Meeresströmungen.* — Die constanten Strömungen des Meeres werden vorzugsweise durch die ungleiche Erwärmung des Meerwassers in den verschiedenen Erdtheilen veranlafst. Sie würden deshalb einen sehr regelmäfsigen Verlauf nehmen, wenn nicht die hervorragenden Ländermassen und die Unebenheiten des Meeresbodens störend und modificirend einwirkten und zwar theils durch Vermehrung der Temperaturungleichheiten, theils dadurch, dafs sie sich ihnen hindernd und modificirend in den Weg stellen. Uebrigens kennen wir vorzugsweise nur die an der Oberfläche des Meeres stattfindenden Strömungen und auch diese nicht ganz vollständig, die in den Meerestiefen oft vielleicht entgegengesetzten sind nur sehr wenig bekannt. Die bedeutendsten der als constant beobachteten sind folgende:

A. im atlantischen Ocean.

1) Der Haupt-Aequatorial-Strom, an der Westküste Afrikas bei Angola beginnend und den Aequator entlang gegen die Westspitze Süd-Amerikas gerichtet, wo er sich in zwei an den Küsten hin streichende Arme zerspaltet, während ein dritter Zweig schon früher nordwestlich ausbiegt. Der mittlere Zweig dieser Strömung läfst sich mehr und weniger deutlich bis in den Meerbusen von Mexico verfolgen, aus dessen östlicher Oeffnung zwischen Cuba und Florida

2) der Golfstrom sich ergiefst, bis gegen Washington längs der nordamerikanischen Küste fortströmend, dann aber ganz nach Osten umbiegend und sich bei den Azoren in etwas mehr südlicher Richtung verlierend.

3) Der nordafrikanische Strom, zwischen Spanien und den Azoren beginnend und längs der Küste Afrikas bis in den Meerbusen von Guinea fortströmend.

4) Die Rennels-Strömung, am Cap Finisterrae beginnend, im Bogen die Küsten des Meerbusens von Biscaya entlang und nach Irland zu strömend.

5) Die südliche Verbindungs-Strömung von der Gegend der Insel Columbus (30° südlicher Breite) nach dem Vorgebirge der guten Hoffnung gerichtet, wo sich ein wahrer Strömungsknoten entwickelt. Ein Arm der Strömung kehrt hier um und wendet sich

6) als südliche atlantische Strömung nach der Insel St. Helena zu, ein anderer Arm ergiefst sich in das indische Meer, während aus diesem zu beiden Seiten von Madagaskar Strömungen gegen das Cap hin ziehen.

B. im indischen Meere.

7) Eine Strömung, zwischen 90 und 100° östlich von Paris beginnend, und

8) eine andere, im bengalischen Meerbusen beginnend und sich um Vorderindien herum beugend, aber beide mit vielen inneren Gegenströmungen; diese vereinigen sich zwischen Madagaskar und Afrika zu der

9) Strömung von Mozambique, die, wie unter 6 bemerkt wurde, sich nach dem Vorgebirge der guten Hoffnung hin bewegt.

C. im grofsen Ocean.

10) Die antarktische Drift-Strömung, die, aus der Gegend des Südpoles kommend, sich in einem grofsen Bogen nach der Küste von Chile bewegt und sich hier in einen südlichen, nach dem Cap Horn gerichteten Arm theilt, während ein anderer Arm

11) als peruanische Strömung längs der Westküste Amerikas bis gegen den Aequator hin fortströmt, da aber sich gegen West umbeugt und

12) als grofse Aequatorial-Strömung den ganzen Ocean in grofser Breite durchzieht, nur zuweilen durch kleinere Gegenströmungen unterbrochen.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dafs die Strömungen des Meeres von grofser geologischer Wichtigkeit sind. Sie

wirken nicht nur zerstörend auf die von ihnen berührten Küstenstriche, sondern sie tragen auch die von ihnen losgerissenen, sowie die von den Flüssen eingeführten Materialien in entlegene Meerestheile. Aufserdem wirken sie auch noch durch die Temperatur ihres Wassers auf die Biegungen der Isothermenlinien ein.

§. 15. *Zerstörungen und Ablagerungen durch das Meer.* — Nicht nur durch die constanten Strömungen, sondern auch durch die Bewegungen der Ebbe und Fluth, am meisten aber durch die von den Winden veranlafsten Wellenbewegungen, die man am Ufer Brandung zu nennen pflegt, wirkt das Meer zerstörend auf seine Küsten. Ganze Inseln, wie z. B. Helgoland und Shepey, gehen dadurch allmälig ihrer Zerstörung entgegen, und grofse Küstenstriche verlieren immer mehr und mehr an Landoberfläche. Aber alles das losgerissene und von den Flüssen zugeführte Material bleibt nicht im Meere schwimmen, es wird vielmehr anderwärts wieder abgelagert. Die Ablagerung selbst kann man nur in wenigen Fällen beobachten, nichtsdestoweniger aber als sicher voraussetzen. In je ruhigeren Meerestheilen sie erfolgt, um so regelmäfsiger wird sie geschichtet werden. Diese Schichtung wird theils durch stets (schon wegen der Ebbe und Fluth) etwas periodische Zuführung desselben Materials, theils auch durch periodisch etwas wechselndes Material (z. B. verschiedener Jahreszeiten) bedingt sein. An den Küsten kennen wir einige Beispiele solcher fortdauernder Meeresablagerungen, z. B. die von L. v. Buch beobachtete Rogensteinbildung an den Canarischen Inseln, die Kalksteinbildung mit Menschengerippen auf Grande terre, die muschelreiche Kalk- und Sandsteinbildung an den Küsten Italiens und Siciliens u. s. w., so wie die durch spätere Erhebung zu Tage gelegten Meeresablagerungen aus historischer Zeit in Schweden, beschrieben von Lyell, und in Chile, beschrieben von Pöppig, Meyen und Darwin.

§. 16. *Verdunstung und Niederschlag.* — Das Meerwasser verdunstet, bildet atmosphärisches Wasser, oft in Gestalt von Wolken sichtbar, und da der gröfsere Theil des verdunsteten als Regen und Schnee wieder in das

Meer zurückfällt, so kann man leicht beurtheilen, dafs jährlich viel mehr Wasser aus dem Meere verdunsten mufs, als alle Flüsse zusammen genommen hinein führen. Nur die durch Winde dem Lande zugeführten Meeresausdünstungen können zur Speisung der Quellen und Flüsse dienen und so ein Gleichgewicht der Circulation herstellen.

Die Niederschläge des atmosphärischen Wassers sind aber auf dem Lande und Meere keinesweges gleich vertheilt. Sie erfolgen nicht nur in den Aequatorialgegenden in gröfserer Menge als gegen die Pole hin, auf dem Lande reichlicher als auf dem Meere, sondern auch in gebirgigen Gegenden reichlicher als in Niederungen; einige Erdstriche sind sogar fast ganz regenlos, so die afrikanischen und asiatischen Wüsten und die Küsten von Peru. Ueberdiefs sind diese Niederschläge nach den verschiedenen Jahreszeiten sehr ungleich, für einzelne Erdgegenden aber streng periodisch vertheilt. Die Hauptursachen der ungleichen Vertheilung der atmosphärischen Niederschläge sind offenbar die Temperaturverschiedenheiten, die Bodenungleichheiten und die Luftströmungen. Hohe Gebirge wirken entschieden anziehend oder vielmehr condensirend auf das atmosphärische Wasser; deshalb erfolgen in ihnen unter übrigens gleichen Umständen stets die reichlichsten Niederschläge, und deshalb liefern sie wieder den Flüssen die reichlichsten Quellen. In Europa sind die Alpen, die Pyrenäen, die Gebirge von Estrella und die von Bergen in Norwegen die regenreichsten.

Wenn Regentropfen, z. B. an den Meeresküsten, auf feuchten Sand fallen, so lassen sie zuweilen kleine runde Eindrücke zurück; da man nun ähnliche Formen auf den Schichtoberflächen ziemlich alter Sandsteinbildungen findet, so kann diefs als eine Bestätigung dafür angesehen werden, dafs schon in sehr frühen Zeiten der Erdausbildung atmosphärische Niederschläge als Regen erfolgt sind. Aber nicht blos als Regen, sondern auch als Nebel, Schnee, Hagel u. dergl., wird atmosphärisches Wasser dem Lande und dem Meere zurückgegeben.

Eiswirkungen.

Das Wasser spielt auf der Erde nicht blos als tropfbar- und gasförmig-flüssiges, sondern auch als Eis eine sehr wichtige Rolle.

§. 17. *Das Polareis* — bedeckt in wenig unterbrochenem Zusammenhange an beiden Erdpolen sehr bedeutende Flächenräume, welche dadurch für Menschen unzugänglich sind. Von diesen Eisfeldern trennen sich in den Sommermonaten grofse Inseln, welche, von den Meeresströmungen ergriffen, weit gegen den Aequator hingetrieben werden. Diese, noch mehr aber die Eismassen, welche sich in etwas wärmeren Zonen nur während der Wintermonate an den Küsten ansetzen, und welche von Gletschern in das Meer geschoben werden, sind oft mit beträchtlichen Steinblöcken und Schuttmassen beladen, welche sie auf diese Weise nach den Gegenden hintragen, wo sie selbst stranden oder schmelzen. Diese Thatsache ist bereits so vielfach von Reisenden berichtet worden und an sich so einfach, dafs es unnöthig erscheint, hier einzelne Beispiele anzuführen. Wir können denselben Vorgang, freilich sehr im Kleinen, fast alljährlich bei den Eisgängen unserer Flüsse beobachten. Später wird sich Gelegenheit bieten, bei Betrachtung der sogenannten erratischen Blöcke darauf zurückzukommen.

In nordischen Ländern kennt man das Eis auch als Gestein im Innern der Erde. Mehrfach hat man im nördlichen Sibirien unter dem fruchtbaren Boden oder unter mächtigen Sand- und Lehmablagerungen constante Eisschichten, oder wenigstens mit viel Wasser zusammengefrorene Sandschichten gefunden.

§. 18. *Die Gletscher* — bestehen aus Eis und erstrecken sich von dem ewigen Schnee, dem sogenannten Firn einiger hohen Gebirge, z. B. der Schweizer-Alpen in die Thäler und Schluchten hinab, oft bis tief unter die Grenze der constanten Schneebedeckung, z. B. bei Grindelwald bis in eine Meereshöhe von etwa 3000 Fufs, während dort die Schneegrenze bei circa 8000 Fufs anzunehmen ist. Sie hängen gleichsam wie gewaltige Eiszapfen von dem grofsen Schneedache der Alpen herab, aus welchem sie entstehen, indem der Firn, in die Thäler und Schluch-

ten gedrängt, durch den Wechsel der Temperatur von Tag und Nacht, Sommer und Winter nach und nach immer körniger wird und endlich in Eis übergeht.

Es ist eine längst bekannte Thatsache, dafs alle Gletscher in ihrer ganzen Ausdehnung sich thalabwärts bewegen, wodurch natürlich auch die einzelnen Theile ihrer unteren Enden stets vorrücken müssen. Auf diese Weise gelangen sie so weit unter die Schneegrenze hinab, bis das jährliche Abthauen dem jährlichen Vorrücken gleich kommt, so dafs nun nur in ungewöhnlich kalten Jahren ein merkbares Vorrücken und in ungewöhnlich warmen ein merkbares Zurückweichen des unteren Gletscherendes eintritt. In diesem Zustande des Gleichgewichtes finden wir die meisten Gletscher. Da aber ihre Lage sehr verschieden ist, so wirken die Winde und andere atmosphärische Einflüsse sehr ungleich auf sie ein, weshalb denn auch in Jahren von mittlerer Temperatur einige Gletscher ihr unteres Ende etwas vorschieben und andere es etwas zurückziehen, während nur in ungewöhnlich kalten oder warmen Zeiträumen ein allgemeines Vorrücken oder Zurückziehen stattfindet.

Einige Gletscher endigen auch wohl über der Schneegrenze an steilen Abhängen, und ihr Ende kann dann nur deshalb nicht zusammenhängend vorrücken, weil es stets abbricht und den Abhang hinab stürzt. So entstehen Eislawinen und Gletscherfälle.

Dafs wirklich alle Gletscher in ihrer ganzen Ausdehnung sich stets thalabwärts bewegen, ist nicht nur neuerlich durch specielle Beobachtungen direct nachgewiesen, sondern auch durch gewisse andere auffallende Umstände längst erkannt, am deutlichsten durch die Moränen (Anhäufungen von Schutt und Steinblöcken), welche die Gletscher theils vor sich her schieben, theils auf sich tragen. Diejenigen Schuttwälle, welche das untere Ende umgeben, nennt man Endmoränen, die an den Seitenrändern der Gletscher Seitenmoränen und die auf der Oberfläche verlaufenden Mittelmoränen oder Gandecken. Alle diese Moränen enthalten häufig Blöcke von Gesteinen, welche nur am oberen Theile des Gletschers, manchmal meilenweit vom unteren Ende entfernt anstehen, und aus

allen Umständen ergiebt sich, dafs nur der Gletscher es gewesen sein kann, der sie an ihre jetzige Stelle getragen hat. Die Entstehung der Moränen ist nämlich ganz einfach folgende. Abwechselung von Frost und Wärme, Lawinenfälle und manche andere Umstände verursachen an den steilen Thalgehängen, zwischen denen die Gletscher sich ausdehnen, das Herabstürzen von Schutt und mächtigen Steinblöcken. Dieser Felsschutt bleibt gröfstentheils auf dem Rande des Gletschers liegen und bewegt sich mit ihm thalabwärts; auf diese Weise kommen aber natürlich immer neue Stellen des Gletschers unter die Orte, wo Schuttmassen von den Thalgehängen herabfallen, und statt einzelner Schutthaufen entstehen lange Wälle — Seitenmoränen. Wo nun aber, wie das häufig der Fall ist, zwei aus verschiedenen Thälern kommende Gletscher sich mit einander vereinigen, da entsteht aus den beiden sich verbindenden Seitenmoränen eine Mittelmoräne, welche nicht die beiden Gletscher trennt, sondern von ihnen gemeinschaftlich getragen wird, und wenn mehre Gletscher sich vereinigen, so entstehen natürlich unterhalb der Vereinigung auch mehre unter sich parallele Mittelmoränen. Sowohl die Theile der Seiten- als die der Mittelmoränen gelangen aber durch die stete Fortbewegung der sie tragenden Eismasse nach und nach an das untere Gletscherende, wo sie beim Aufthauen des Eises herabstürzen und die Endmoräne bilden, die, wenn das Ende lange auf derselben Stelle stationär bleibt, zuweilen mehr als hundert Fufs Höhe erreichen.

Die Gletscherphänomene sind neuerlich durch den unermüdlichen Forscher Agassiz an dem schönen Unteraargletscher im Berner Oberland ganz besonders genau beobachtet worden, weshalb es nicht unpassend sein wird, diesen als Beispiel zu benutzen, um daran die interessante Natur und Thätigkeit der Gletscher überhaupt zu erläutern.

Der Unteraargletscher ist einer der gröfsten in der Schweiz, er wird an Ausdehnung nur vom Aletschgletscher übertroffen, seine Länge beträgt ziemlich 2 deutsche Meilen, seine Breite $\frac{1}{4}$ bis $\frac{3}{8}$ Meilen, seine Dicke am unteren Ende über 100 und in der Mitte seiner Längenausdehnung über 800 Fufs. Beim sogenannten Abschwung vereinigen sich seine beiden Haupt-

arme, der Finsteraar- und der lange Aargletscher, zu einem Ganzen, und von hier aus erstreckt sich eine mächtige Mittelmoräne über den ganzen vereinigten Gletscher hin, die sich aber gegen das untere Ende zu immer mehr ausbreitet. Aufserdem verbinden sich noch viele kleinere Gletscher mit der Hauptmasse, die in den Seitenschluchten oft mit 20° bis 40° Neigung herabhängen, und die zu unbedeutend sind, um gesonderte Mittelmoränen hervorzubringen; sie gleichen kleinen Bächen, die unmittelbar in einen mächtigen Strom einmünden.

Die Neigung des Hauptgletschers ist verschieden, z. Th. sehr gering. Sein unteres Ende liegt etwa 6000 Fufs, seine oberen, 2 Meilen davon entfernten Anfänge etwa 8000 Fufs über dem Meere. Wo er nicht von Spalten zu sehr zerrissen ist, kann man überall bequem auf ihm hingehen; die Spalten sind am häufigsten da, wo er durch irgend einen Felsvorsprung in seiner regelmäfsigen Bewegung etwas aufgehalten wird. Sie lassen in ein herrliches Dunkelblau hinab blicken und ersetzen in dieser Beziehung einigermafsen jene wunderbaren Eisgrotten oder Gletscherthore, die sich bei einigen anderen, in gröfsere Tiefen hinab reichenden Gletschern vorfinden, und aus denen dann gewöhnlich ein sehr trüber Bach und Flufs hervorquillt.

Die Fortbewegung der einzelnen Theile des Unteraargletschers betrug in den letzten Jahren nach sehr sorgfältigen Messungen da, wo sie am gröfsten ist, d. h. ungefähr in der Mitte seiner Länge, jährlich 250 Fufs, eine halbe Meile weiter abwärts nur 160 Fufs und am unteren Ende wahrscheinlich noch weniger, wird übrigens hier durch das jährliche Abschmelzen ziemlich genau ausgeglichen. Das Abschmelzen erfolgt bei diesem wie bei allen Gletschern im Sommer nicht nur am unteren Ende, sondern noch weit höher hinauf fast an der ganzen Oberfläche; diefs lehren namentlich die Gletschertische und die mit Schutt bedeckten und dadurch gegen die Sonnenstrahlen geschützten Eiskegel. Durch dieses Abschmelzen müfste eigentlich die Gletschermasse alljährlich dünner werden, was doch im Ganzen nicht der Fall ist. Da nun, ehe der Gletscher selbst angegriffen werden kann, stets erst der Winterschnee weggeschmol-

zen sein mufs, so kann auch dieser den Verlust nicht ersetzen. Es mufs das ungefähre Gleichbleiben und geringe Auf- und Abschwanken der örtlichen Dicke vielmehr durch das stete Vorrücken und gleichzeitige Dünnerwerden oberer dickerer Gletschertheile erklärt werden. Zugleich spricht die schnellere Bewegung der oberen Theile im Vergleich gegen die unteren für die Möglichkeit eines Zusammenschiebens der Masse, was freilich mit dem übrigens so starren Zustande einigermafsen in Widerspruch zu stehen scheint.

In der Eismasse des Gletschers erkennt man eine Art von Schichtung, welche offenbar von den periodischen Schneefällen und den dazwischen zuweilen auf das Firngebiet aufgewehten Staubtheilen herrührt. Diese Schichtung des Firns bleibt in dem daraus entstandenen, zu Eis verwandelten Gletscher noch sichtbar, ist aber hier durch die etwas ungleiche Bewegung der einzelnen Theile (am Rande langsamer als in der Mitte) mannichfach gebogen und aufserdem von sogenannten blauen Bändern, wahren Eisgängen, durchsetzt, welche durch Ausfüllung von Spalten mit Wassereis entstanden sind. Das Gletschereis, aus dem körnigen Firnschnee hervorgegangen, unterscheidet sich nämlich sehr wesentlich von dem gewöhnlichen, aus Wasser entstandenen dadurch, dafs es von Anfang an aus lauter einzelnen Körnern besteht, die durch an sich unsichtbare, oft mit Wasser gefüllte, feine sogenannte Haarspalten von einander getrennt sind, ähnlich wie das gewöhnliche Eis nach langem Liegen an der Luft sich absondert. Die Temperatur im Innern des Gletschers bleibt stets dem Null-Punkt sehr nahe und scheint selbst im Winter nicht unter — 0,5 herabzusinken.

Die fast stete Vorwärtsbewegung aller Gletschertheile ist, wie erwähnt, vollständig erwiesen, aber über die Theorie dieser Fortbewegung ist man noch nicht im Reinen.

Seit Saussure glaubte man bis vor einigen Jahren allgemein, diese Vorwärtsbewegung erfolge lediglich durch die Schwere der Gletscher selbst und des auf sie drückenden Firnschnees, indem ihre Bodenfläche im Sommer bis zu gewissem Grade aufthaue und schlüpferig werde. Als aber Venetz und nach ihm v. Charpentier und Agassiz die erratischen Blöcke

auf dem Jura, welche offenbar aus den Hochalpen herstammen, durch ehemalige Ausdehnung der Gletscher bis dahin erklärten, da erschien ihnen jene einfache Erklärungsweise der Gletscherbewegung nicht mehr zureichend, weil allerdings der Neigungswinkel von den höchsten Alpenspitzen bis zu den erratischen Blöcken auf dem Juragebirge so gering ist, dafs sie nicht annehmen zu können glaubten, die blofse Schwere habe jene Eismassen auf diesem nur etwa 1° 9′ geneigten Boden hinab gleiten lassen. Hr. v. Charpentier und nach ihm Agassiz nahmen deshalb an und glaubten aus gewissen Beobachtungen erweisen zu können, dafs die Bewegung der Gletscher vorzugsweise durch das allnächtliche Gefrieren des im Sommer am Tage von der aufthauenden Oberfläche des Gletschers in die feinen Haarspalten zwischen den einzelnen Eiskörnern eindringenden Wassers bewirkt werde, indem dieses Wasser als Eis einen etwas gröfseren Raum einnehme und so in jeder der unendlich vielen Haarspalten zur Vergröfserung des ganzen Gletschers beitrage.

Dieser Hypothese wurden gleich anfangs, namentlich von Bronn, mancherlei gewichtige Einwendungen entgegengestellt; dann wurde sie von P. Merian in einer besonderen Abhandlung widerlegt, und ihre wärmsten Vertheidiger Agassiz und Desor haben sie jetzt selbst, wenigstens in ihrer ursprünglichen Gestalt, aufgegeben, da sie sich überzeugten, dafs das Wasser in den Haarspalten des Eises des Nachts im Sommer, wo doch die Bewegung des Gletschers am stärksten ist, nicht friert, und also auch keine Ausdehnung desselben bewirken kann.

Agassiz ist nun zwar der Meinung dafs jene Bewegungstheorie dadurch nur eine gewisse Modification erleiden werde; da er sich aber hierüber noch nicht öffentlich ausgesprochen hat, so kann auch hier jetzt keine weitere Rücksicht darauf genommen werden. Jedenfalls haben die Beobachtungen und Darstellungen von v. Chapentier und Agassiz den Gletscherphänomenen die Aufmerksamkeit der Geologen in hohem Grade zugewendet; man hat wohl eingesehen, dafs der Erklärung durch blofses Gleiten viele Schwierigkeiten im Wege

stehen, und von mehren Seiten her ist man bemüht gewesen, das Räthsel der Fortbewegung zu lösen.

Dr. Petzholdt in Dresden hoffte die Erscheinung durch die merkwürdige Eigenschaft des Eises, sich durch Kälte etwas auszudehnen, erklären zu können, welche er durch einige Versuche nachgewiesen zu haben glaubte, die aber durch Dr. Brunner's Gegenversuche in Poggendorff's Annalen vollständig widerlegt worden sind. Petzholdt nimmt nämlich an, die Kälte der Nächte und des Winters bringe eine Ausdehnung der ganzen Masse hervor, die sich bei eintretender Tages- u. Sonnenwärme nicht wieder in ihrer Totalität zusammenziehen, sondern nur durch Spaltungen in einzelne kleinere Theile absondern könne, welche Spaltungen nachträglich immer wieder mit Eis erfüllt würden. Nach den bisherigen Beobachtungen ist aber, angenommen, dafs die Ausdehnung des Eises durch Kälte wirklich stattfände, selbst der jährliche Temperaturwechsel im Innern des Gletschers viel zu gering (noch nicht 1^{0}), um eine merkbare Ausdehnung zu bewirken; auch ist die Fortbewegung bei allen Gletschern entschieden im Sommer am gröfsten, während sie nach Petzholdt nothwendig im Winter am gröfsten sein müfste.

Forbes, der berühmte schottische Physiker, welcher mehre Jahre auf das Studium der Gletscher verwendete, glaubt gefunden zu haben, dafs die Gletscher sich nach denselben Gesetzen wie Flüssigkeiten bewegen, dafs sie also gewissermafsen in den Thälern hinabfliefsen, natürlich nicht wie Wasser, sondern wie eine in ihren Theilen nur sehr wenig oder vielmehr schwierig verschiebbare Masse. Es könnte dieser Zustand an die erkaltenden Lavaströme erinnern, die sich auch nur sehr langsam fortbewegen. Forbes sucht die Flüssigkeit (Verschiebbarkeit der Theile) noch besonders dadurch zu beweisen, dafs die Gletscher in ihren einzelnen Theilen sich ungleich schnell bewegen, und dafs sie ganz die Form der Thäler annehmen und z. B., wenn sie eben erst eine enge Stelle passirt haben, sogleich wieder eine Weitung des Thales ausfüllen, was ganz starre Körper nicht thun würden. Auch sollen nach Forbes die sogenannten Eislöcher wie die localen

Wirbel der Flüsse oft ziemlich an derselben Stelle bleiben, während doch die sie bildenden Eistheile sich fortbewegen, wie das Wasser der Flüsse. Zu bedenken ist dagegen jedenfalls, dafs alle Gestaltveränderungen der Gletscher stets mit scharfen Zerspaltungen verbunden sind, dafs die Schnelligkeit ihre Bewegung keinesweges immer im Verhältnifs mit der Neigung des Bodens wächst, selbst an sehr tief herabhängenden Gletscherenden nicht, und dafs überhaupt an krystallinischen Körpern, wie Eis, ein halbflüssiger Zustand nicht bekannt ist. Es könnte deshalb wohl höchstens von einer Verschiebbarkeit der Theile durch mechanische Zerstückelung und Durchdringung von Wasser die Rede sein, die wir im Kleinen beim Eis der Conditoren kennen. Eine solche findet allerdings in gewissem Grade sicher statt und kann auch nicht ohne Einflufs auf die Fortbewegung sein.

Hopkins, ein Engländer, hat ganz neuerlich einige Versuche mit Eismassen angestellt, die der Saussure'schen Theorie des Gleitens der Gletscher sehr günstig ausfielen, aber noch weiterer Ausführung bedürfen, um auf die Gletscher im Grofsen angewendet werden zu können. Er fand nämlich, dafs stark beschwerte Eismassen auf einer nur roh behauenen Sandsteinplatte von

3°	Neigung in der Stunde	0,31	engl. Zoll
6°	- - - -	0,62	- -
9°	- - - -	0,96	- -
12°	- - - -	2,0	- -

abwärts glitten.

Zum Abschlufs der Gletscherfrage fehlt jedenfalls noch viel; soviel ist jedoch gewifs, dafs die Phänomene rein physikalischer und in keiner Beziehung organischer Natur sind, wie einer der Gletscherforscher neuerlich anzudeuten versuchte.

Wir wollen nun noch einen Blick auf die Merkmale ehemaliger gröfserer Ausdehnung der Gletscher werfen. Ich wähle auch hier wieder als Beispiel für die Nachweisung der einzelnen Umstände vorzugsweise das Aarthal, bemerke aber zugleich, dafs sich dieselben Erscheinungen in allen gröfseren Schweizerthälern wiederholen.

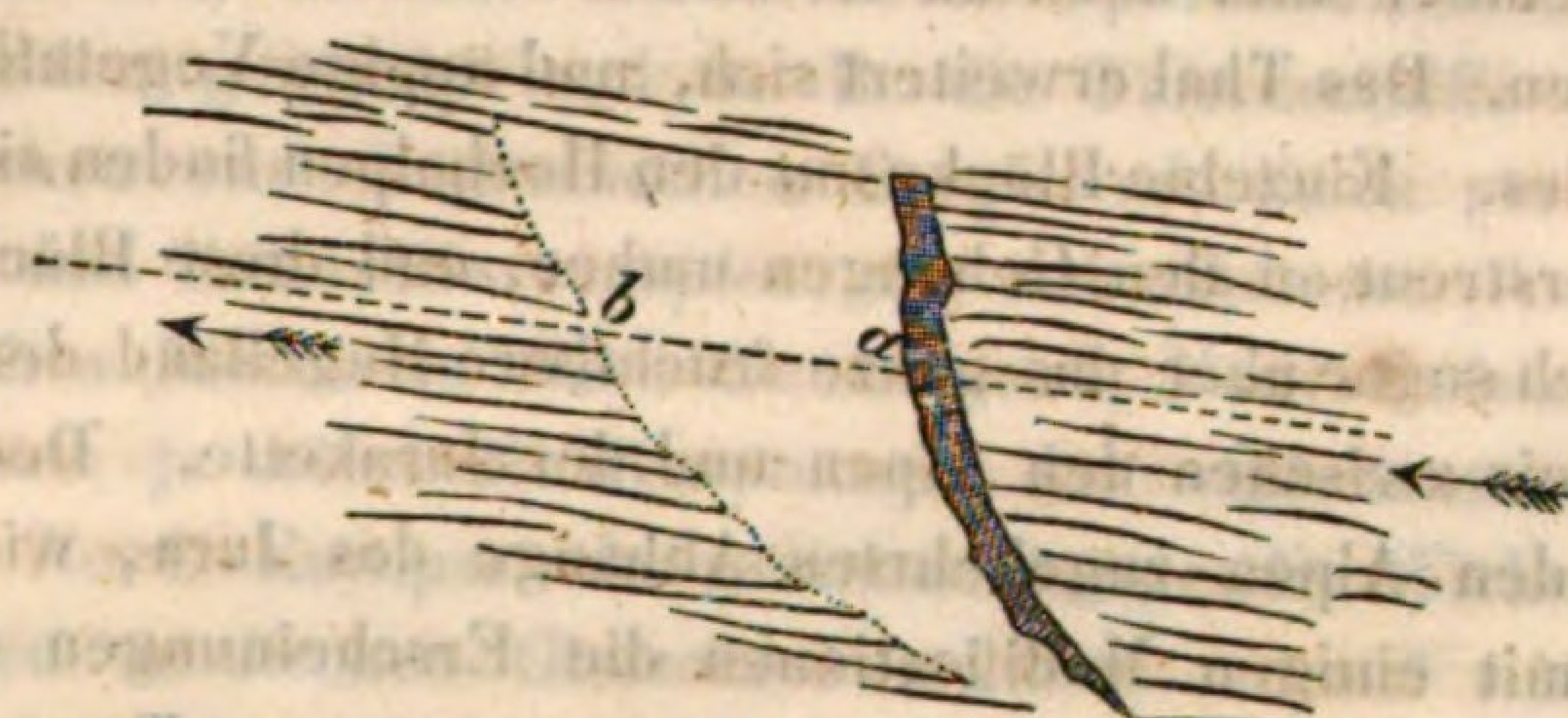
Wenn man die Felswände betrachtet, von denen das Grimselhospiz rings umgeben ist, so erkennt man bald, dafs sie bis zu einer gewissen Höhe hinauf, etwa 1500 Fufs über dem Thalboden, völlig abgerundete Formen zeigen, dann aber in scharfe und eckige Spitzen auslaufen. Das ist ein sehr auffallendes und selbst auf allen guten Zeichnungen erkennbares Verhalten. Auf dieselbe Weise gestaltet zeigen sich aber diese Thalgehänge von den Schnee- und Eisregionen bis in das blühende Thal von Meyringen hinab, nur mit dem Unterschiede, dafs die Grenzlinie der gerundeten und zackigen Formen allmälig in ein etwas tieferes Niveau hinabsinkt, während sie sich jedoch über den noch steiler fallenden Thalboden immer mehr erhebt. Unterhalb Guttannen, 5 Stunden unter der Grimsel, liegt diese Grenze etwa 3000 Fufs über dem Thalboden. Gegen oben, beim Aargletscher selbst, verschwindet sie bei etwa 9000 Fufs Meereshöhe unter dem Firnschnee.

Aufser dieser auffallenden Abrundung zeigen sich an denselben Felswänden noch einige andere merkwürdige Erscheinungen. Die gerundeten Oberflächen zeigen sich oft völlig abgeschliffen und manchmal spiegelblank polirt, so z. B. ganz vorzüglich schön an der sogenannten hellen Platte, und über die Schleifung oder Politur hinweg sind sie wieder nach einer der Thalneigung entsprechenden Richtung gestreift, gerieft, von feinen Ritzen durchzogen, die offenbar von gewaltsam darauf hin bewegten Steinen oder Sandkörnern herrühren.

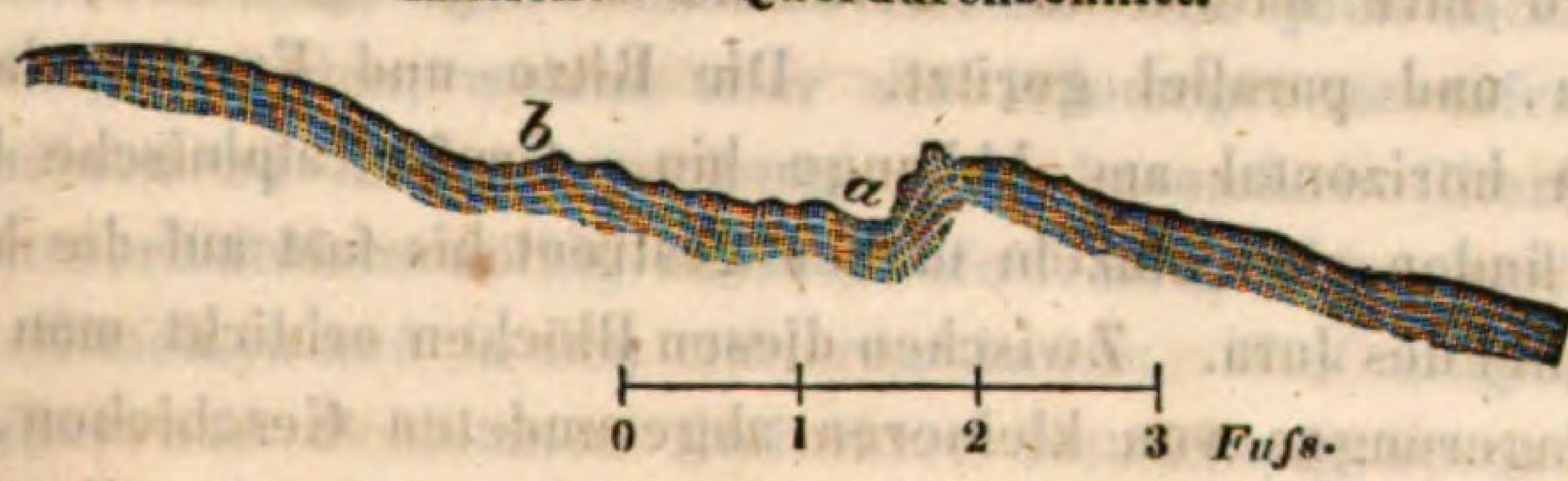
Das Alles sind Erscheinungen, die entschieden auf die frühere Anwesenheit eines Gletschers hindeuten. Indem dieser sich im Thale hinab bewegte, rundete er, durch den eingefrorenen Sand und Grus gewissermafsen zur Feile geworden und durch heftigen Druck aufgeprefst, die Felsen ab, schliff und polirte sie sogar, wo die Gelegenheit günstig war, und die eingefrorenen Steinchen und Sandkörner bewirkten jene der nothwendigen Bewegungsrichtung des Gletschers parallelen Furchen und Ritze. Wenn die geschliffenen und polirten Felsoberflächen des Aarthales und namentlich an der hellen Platte von Verschiebungen des Gesteins am Gestein herrührten (wie deren anderwärts so vielfach bekannt sind), so würden sie sicher auch

in das Innere der Felsen sich fortsetzen; das thun sie aber hier nie, ja sie hören selbst auf den schaligen Ablösungsflächen schon hinter allen Vorsprüngen auf, die dazu geeignet waren, die Gletscherwirkung zu verhindern, gerade so wie es der folgende Holzschnitt darstellt, obwohl dieser aus einer Abhandlung von Daubrée über die Eiswirkungen in der Gegend von Christiania entlehnt ist.

Ansicht von oben.



Ansicht im Querdurchschnitt.



Die Pfeile deuten die Richtung der Eiswirkung und der parallelen Ritze an, der Vorsprung hat aber auf dem Raume *ab* die Eiswirkung verhindert, weshalb hier die Oberfläche weder geschliffen, noch parallel geritzt, sondern rauh ist.

Diese für die Gletscherwirkung todten Winkel sind an der hellen Platte, eben weil sie nicht polirt sind, mit einer üppigen Vegetation von Moos und Alpenrosen überzogen, die man erst mühsam hinwegräumen mufs, um zu erkennen, dafs die Politur darunter nicht fortgeht.

Eben so deutlich als diese Abrundung, Schleifung, Politur und Zerkritzung der Felsgehänge sprechen auch die vielen einzelnen, in den gefährlichsten Stellungen auf und an den gerundeten Felswänden umher liegenden Moränenblöcke, so-

wie eine vollständige Endmoräne auf einem das Thal sperrenden Kalksteinhügel nahe oberhalb Meyringen für die frühere Anwesenheit der Gletscher. Diese Moräne besteht aus einer 60 bis 70 Fuſs hohen Anhäufung von Granitblöcken, die offenbar aus dem oberen Theile des Aarthales herstammen und von keiner andern Kraft als von der eines Gletschers auf diesem Hügel niedergelegt sein können.

Geht man nun noch weiter an der Aar hinab, so findet man zwar einzelner, aber doch an vielen Stellen noch deutliche Gletscherspuren. Das Thal erweitert sich, und üppige Vegetation verdeckt Vieles. Einzelne Blöcke aus den Hochalpen finden sich aber überall zerstreut an den Gehängen umher, und diese Blöcke verbreiten sich sogar über das ganze fruchtbare Hügelland der niederen Schweiz zwischen den Alpen und der Jurakette. Dort aber, an dem den Alpen zugekehrten Abhange des Jura, wiederholen sich mit einigen Modificationen die Erscheinungen der Alpenthäler. Die Kalksteinfelsen sind, wo sie zu Tage treten, oder wo ihre natürliche Oberfläche frei gelegt wird, abgeschliffen und parallel geritzt. Die Ritze und Furchen laufen ziemlich horizontal am Abhange hin. Groſse alpinische Felsblöcke finden sich einzeln umher gestreut bis fast auf die höchsten Gipfel des Jura. Zwischen diesen Blöcken erblickt man häufig Ablagerungen von kleineren abgerundeten Geschieben, die aber ebenfalls sämmtlich aus alpinischen Gesteinen bestehen und z. Th. sogar eben solche Furchen und Ritze auf ihrer übrigens glatt geschliffenen Oberfläche zeigen, wie sie durch die Bewegung der Gletscher an den Steinen, die unter ihnen liegen, noch jetzt hervorgebracht werden.

Diese Geschiebe sind in einer Weise abgelagert, die sich schwerlich durch Wasseranschwemmung erklären läſst; denn wie in den Moränen der Alpenthäler, so sind auch hier die einzelnen Steine weder nach ihrer Gröſse und Form noch nach ihrer Schwere geordnet, sondern sie liegen unregelmäſsig vertheilt in lockerem Grus und Schutt, der nicht eine Spur von Schichtung zeigt.

Alle diese Umstände zusammen genommen machen es dem unbefangenen Beobachter ganz unzweifelhaft, daſs die Gletscher

mit ihren Moränen und zwar namentlich die des Rhone- und Aarthales, deren ehemalige Gebiets-Grenzen sich durch die Arten der Felsblöcke noch jetzt unterscheiden lassen, einst von den Alpen bis zum Jura herüber gereicht haben, möge nun ihre Fortbewegung über die so wenig geneigte Bodenfläche geschehen sein, wie sie wolle.

Aus diesen Beobachtungen in der Schweiz hat man nun auch auf gewisse ähnliche Erscheinungen in anderen Ländern geschlossen, an sehr vielen Orten Spuren früherer Gletscher zu finden geglaubt und z. B. die Felsenschliffe der skandinavischen und finnländischen Berge mit ihren parallelen Furchen und ihren Riesentöpfen, die Schuttkämme (Asar), die erratischen Blöcke in Nord-Deutschland, Nord-Rufsland und Ost-England, ja selbst die Hauptmasse der sogenannten Diluvialgebilde Nord-Europas als zusammenhängende Wirkungen eines grofsen nordischen Gletschers erklärt, worauf wir bei einer anderen Gelegenheit zurückkommen werden. Hier sei nur noch erwähnt, dafs wahre Gletscher sich jetzt nicht in allen Gebirgen finden, welche über die Schneegrenze aufragen. Es scheinen zu ihrer Entstehung noch besondere Oberflächengestaltsverhältnisse nöthig zu sein; sie fehlen, so viel wir wissen, im Himelaya und in den mittleren Anden. Tief eingeschnittene Thäler und Schluchten sind ihrer Entstehung besonders günstig, dennoch finden sich die Gletscher der Pyrenäen mehr an Abhängen als in den Thälern. In Norwegen reichen sie natürlich tiefer hinab als in der Schweiz, auf Spitzbergen und in Patagonien in 46° 40′ südlicher Breite (also etwa der Breite von Genf entsprechend), sogar bis in das Meer.

Luft.

§. 19. *Die Atmosphäre* — welche unsere Erde als eine Luftschicht von nicht genau bestimmter, aber sicher über 50 geographische Meilen betragender Dicke umgiebt, besteht, gegen oben sehr an Dichtheit abnehmend, wesentlich aus 21 Theilen Sauerstoff und 79 Theilen Stickstoff; diesen sind aber gewöhnlich geringe Quantitäten Wasserdampf und Kohlensäure beigemengt. Inwiefern dieses Gasgemenge auf die Aufsen-

fläche des festen Erdkörpers und, wo es in das Innere desselben eindringt, zersetzend und umbildend auf dessen Bestandtheile einwirkt, davon werden wir bei anderen Gelegenheiten noch später zu sprechen haben; hier sollen nur einige Blicke auf die mechanischen Wirkungen der Atmosphäre geworfen werden.

Der mittlere Druck, welchen die Atmosphäre im Niveau des Meeres auf die feste Erdoberfläche ausübt, entspricht dem Drucke einer Quecksilbersäule von 337 Pariser Linien Höhe, und mit der Erhebung des Bodens nimmt dieser Druck ab, wodurch eben die Möglichkeit barometrischer Höhenmessungen gegeben ist. Dieser mittlere Druck bleibt sich aber durchaus nicht gleich, sondern ist vielmehr theils regelmäfsigen periodischen, theils unregelmäfsigen Schwankungen unterworfen, welche durch Einwirkungen der Temperatur, des Elektricitätszustandes, der Winde u. s. w. bedingt sind. Dieser stets wechselnde Druck der Atmosphäre mufs nothwendig einen stets wechselnden Widerstand der festen Theile des Erdkörpers veranlassen und somit, wenn auch für die Wahrnehmung eines Menschenlebens ganz unmerklich, zerstörend auf alles Feste der Erdoberfläche einwirken. Temperaturungleichheiten und gewisse Elektricitätszustände verursachen ferner fast stets Luftströmungen, welche wir je nach ihrer Heftigkeit Wind, Sturm oder Orkan und wegen ihrer eigenthümlichen Bewegung zuweilen Wirbelwind nennen. Die Eintrittszeiten und die Richtungen dieser Luftströmungen sind (weil sie von periodischen Temperaturwechseln bedingt und durch die Umdrehung der Erde modificirt werden) wenigstens über der Meeresfläche zum Theil ziemlich constant und periodisch, erleiden aber auf dem vielfach undulirten Lande sogleich mancherlei Ablenkungen. Die wichtigsten der constanten Luftströmungen sind die sogenannten Passatwinde, welche eine wahre Circulation der Lufttheilchen in der Höhe vom Aequator gegen die Pole und in der Tiefe von den Polen gegen den Aequator herstellen, welche letztere Bewegung aber durch die schnellere Umdrehung der Erdtheile am Aequator scheinbar in eine nordöstliche und südöstliche umgesetzt wird.

Die bewegende Kraft, welche die Winde besitzen, ist bekannt genug; schon das Fortführen der feinsten Staubtheilchen ist geologisch nicht ganz unwichtig; nirgends sehen wir ihre Wiederablagerung schöner als auf dem Schnee der hohen Gebirge und in Folge davon zwischen den Firnschichten der Gletscher. Wie viele andere werden nicht in das Meer geführt, dessen eigene zerstörende Gewalt aufserdem so wesentlich durch die Winde bedingt wird. Aber auch schwerere Theile werden von Winden auf grofse Strecken fortgeführt, so namentlich die Auswurfsproducte der Vulkane, der Sand der Wüsten und der sogenannten Dünen am Meeresufer. Ganze Städte und selbst mächtige Pyramiden sind von vulkanischer Asche und vom Sande der Wüsten durch Winde überschüttet worden, und an den Küsten der Nordsee werden häufig genug die Fischer durch den Dünensand aus ihren Wohnungen vertrieben. Diese Dünenbildungen hat besonders der dänische Geolog Forchhammer sorgfältig beobachtet und beschrieben.

Es ist nicht nöthig, hier auf die localen, oft sehr heftigen Wirkungen einzelner Orkane aufmerksam zu machen, aber ein paar Angaben über die weite Fortführung vulkanischer Asche mögen noch Platz finden. Procopius erzählt, dafs bei einem Ausbruche des Vesuv im J. 1472 der Wind die Asche bis nach Constantinopel trug. Nach Hamilton flog sie 1794 bis Apucir in Calabrien, also 50 Stunden weit. Als im April 1815 der Vulkan von Sumbava ausbrach, verbreitete sich die Asche bis nach Celebes, und im östlichen Java, 60 bis 70 Meilen vom Vulkan entfernt, fiel sie bis 8 Zoll hoch.

Schwere.

§. 20. *Schwere.* — Schwere ist nichts Anderes als die Anziehung der Gesammtmasse der Erde gegen ihre Theile. Da diese Anziehung nothwendig vom Mittelpunkte ausgeht, so fallen alle nicht unterstützte Körper in der Richtung nach dem Mittelpunkt der Erde zu. Jede Ablagerung von Gesteinen erfolgt und erfolgte nach diesem Gesetze. Die Mineraltheile, welche vom Wasser oder von der Luft nicht mehr getragen

(fortgestofsen oder unterstützt) werden können, fallen zu Boden und bilden eine **Ablagerung**, ein **Sediment**, welches sich zunächst der Gestalt der Bodenfläche anschliefst, insofern diese nicht etwa so abschüssig (geneigt) ist, dafs sie die niederfallenden Theile nicht hinreichend unterstützen kann, in welchem Falle sie auf ihr hinabgleiten, bis sie eine hinreichend unterstützende Bodenfläche vorfinden, auf der sie sich anhäufen können. Die Unebenheiten der Bodenflächen werden auf

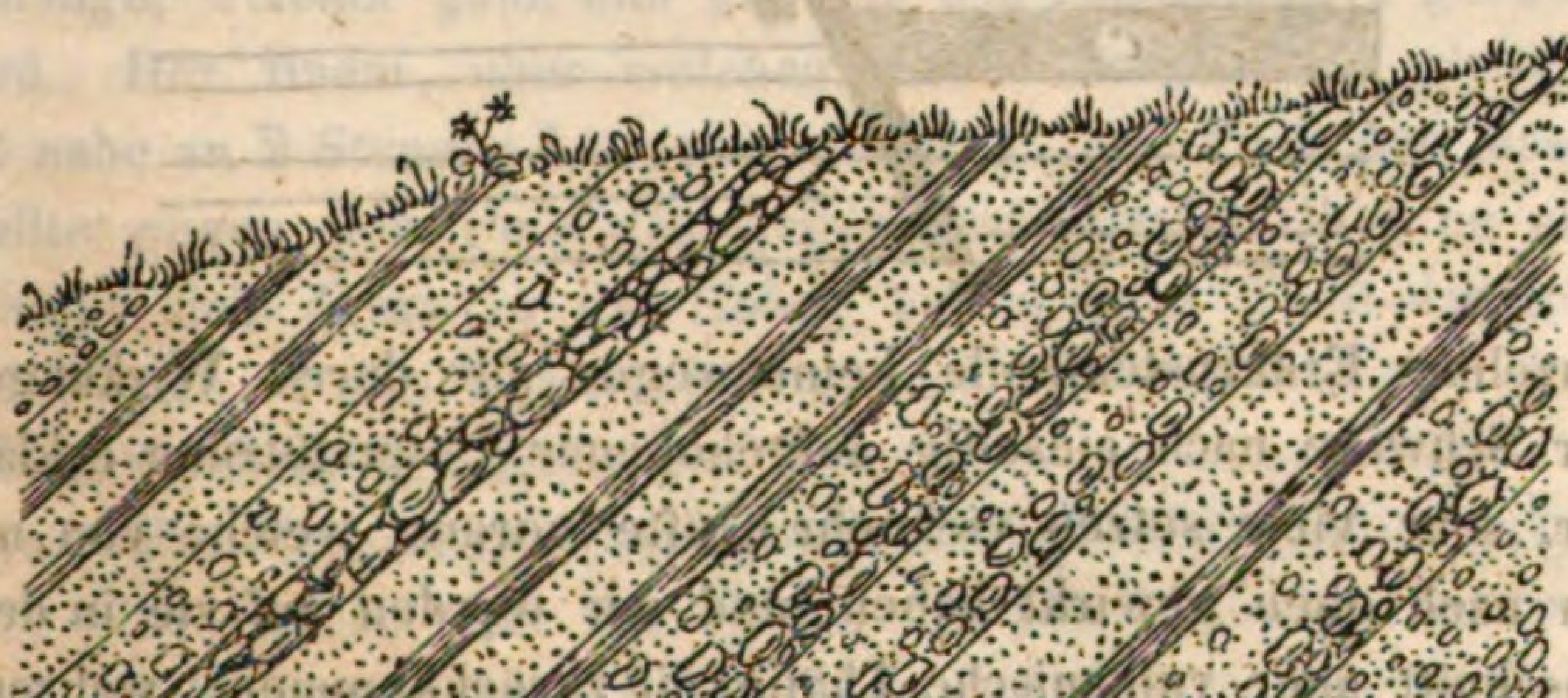


diese Weise ausgeglichen, etwa so wie Gräben durch Schneefall, und jede Ablagerung stellt sich selbst nach und nach eine ziemlich ebene Bodenfläche her. Erfolgt nun eine solche Ab-

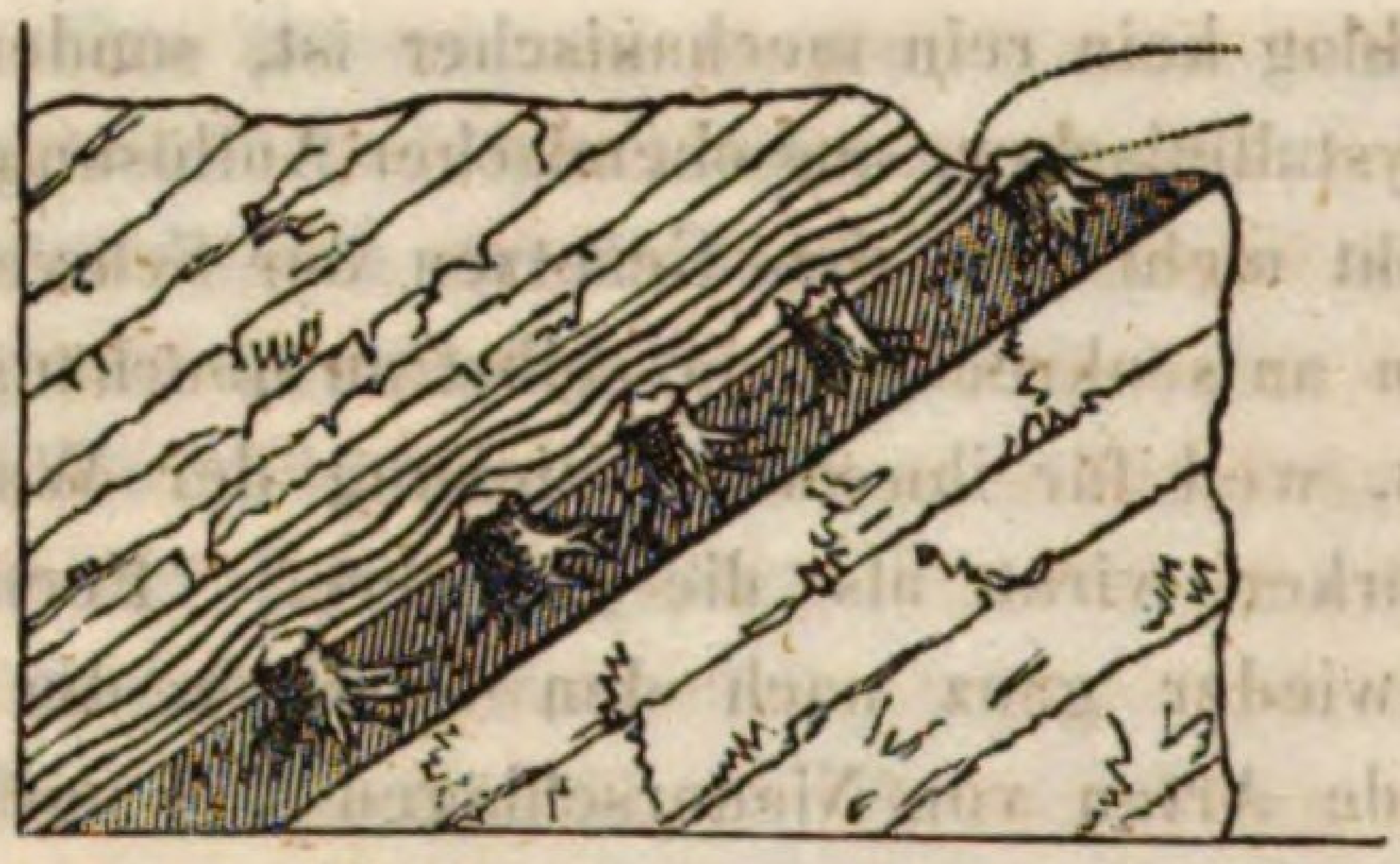


lagerung nicht während ihrer ganzen Dauer völlig gleichförmig, oder ist etwa gar das niederfallende Material in den einzelnen Zeiträumen nicht ganz gleichartig, so entsteht das, was man **Schichtung** nennt, wobei denn jede einzelne Schicht als das Resultat einer Zeitepoche zu betrachten ist. Das Maximum der Neigung der Bodenflächen, bei welchem Ablagerungen erfolgen können, ohne abwärts zu gleiten, ist sehr verschieden je nach dem Material der Ablagerung und der speciellen Beschaffenheit der Bodenfläche. Ganz mechanische Ablagerungen von Geschieben, Grus und Sand bleiben nur auf sehr wenig, etwa bis 15° geneigten Bodenflächen haften, feine schlammige Theile schon auf bis 20 oder 30° geneigten, und sobald

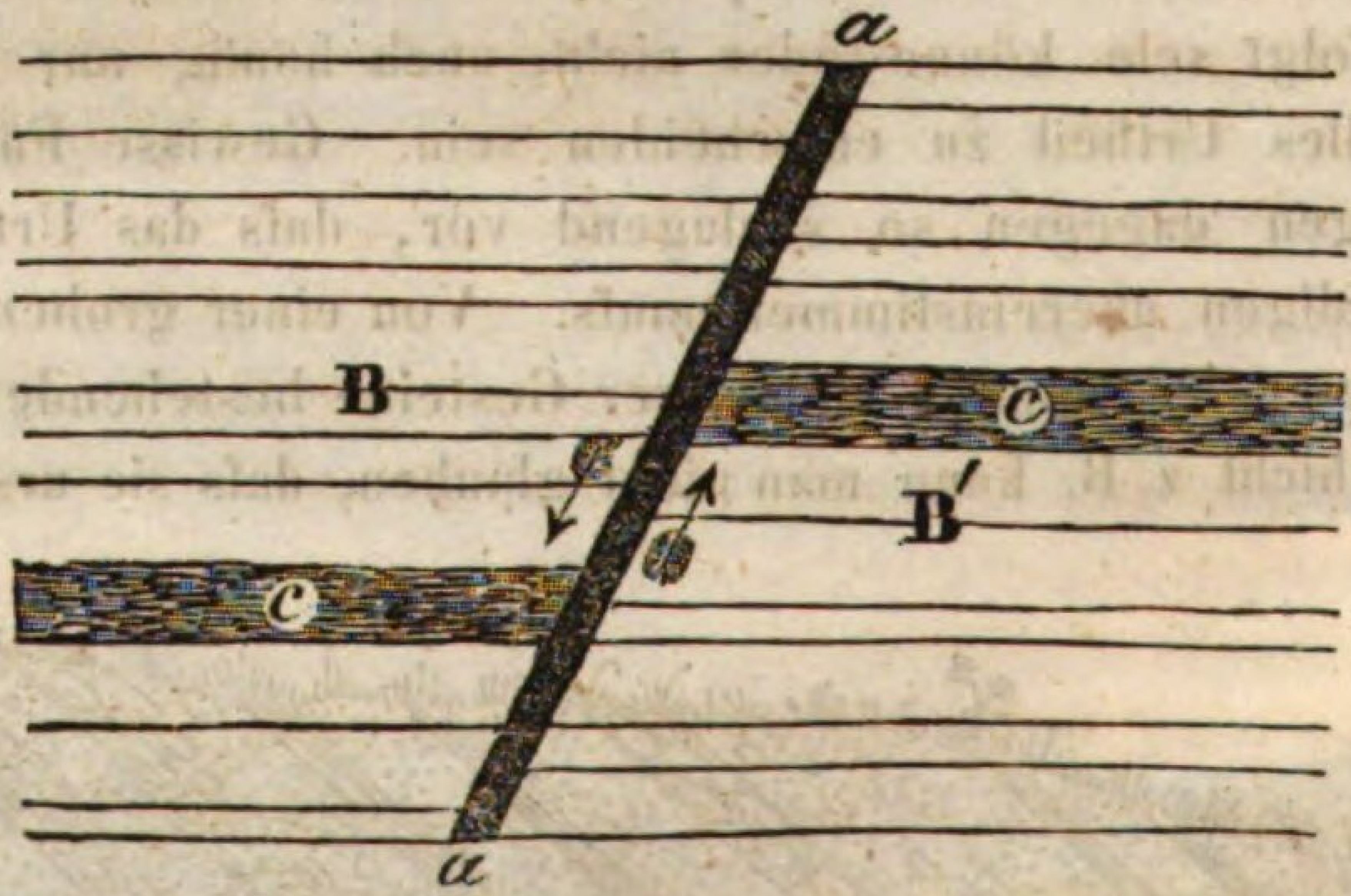
der Niederschlag kein rein mechanischer ist, sondern ein z. Th. oder ganz krystallinischer, aus chemischer Auflösung erfolgender, so ist er nicht mehr von den Gesetzen der Schwere abhängig, sondern kann an senkrechten, ja selbst an überhängenden Wänden erfolgen, weil für ihn die Anziehung der Wand oder Bodenfläche stärker wirkt als die Schwere. Fertige Krystalle fallen aber wieder ganz nach den Gesetzen der Schwere zu Boden. Beide Arten von Niederschlägen sind nur in ihren Extremen scharf und bestimmt zu unterscheiden, durch Mengungen verlaufen sie ineinander. Deshalb wird die Entscheidung, ob irgend eine bestimmte Ablagerung in einer vorgefundenen Neigung der Boden- oder ihr parallelen Schichtflächen ursprünglich erfolgt sein könne oder nicht, auch häufig nur durch individuelles Urtheil zu entscheiden sein. Gewisse Fälle dieser Art liegen dagegen so schlagend vor, dafs das Urtheil aller Verständigen übereinstimmen mufs. Von einer groben, aus abgerundeten Geschieben vielartiger Gesteine bestehenden Conglomeratschicht z. B. kann man nicht glauben, dafs sie ursprünglich



auf einer 40° geneigten Bodenfläche abgelagert sei; findet sie sich daher in solcher Stellung, so mufs sie dieselbe nothwendig erst nach ihrer Ablagerung und nach ihrem Festwerden angenommen haben. Solche Veränderungen der ursprünglichen Lagerung müssen in den meisten Theilen der festen Erdkruste häufig eingetreten sein, und sie lassen sich auch noch durch andere Umstände, als durch die blofse Aufrichtung von Schichten nachweisen, z. B. durch die unnatürliche Stellung organischer Reste



und durch das Verrücktsein zusammen gehöriger Theile, was man in der Geognosie durch den Ausdruck Verwerfung bezeichnet. Doch sind diese Orts- oder Stellungsveränderungen



einzelner Erdkrustentheile keineswegs alle durch Wirkungen der Schwere nach einseitig aufgehobener Unterstützung erklärbar, sehr viele setzen vielmehr Kräfte voraus, welche von unten nach oben gewirkt haben, und wir werden auf sie in dem Abschnitt über vulkanische Thätigkeit zurückkommen, während hier nur ein paar Beispiele von den geologischen Wirkungen der Schwerkraft angeführt werden sollen, die durch mangelhafte Unterstützung einzelner Erdkrustentheile eintreten. Von den vielen sogenannten Bergschlüpfen, welche durch diese Ursache entstanden, mögen folgende erwähnt werden.

Bergschlüpf von Goldau.

Einer der merkwürdigsten Bergschlüpfe ereignete sich am 2. Septbr. 1806 an dem Ruffi oder Roſsberge, südlich vom Rigi; die ganze Masse dieses Berges besteht aus Nagelfluhe (grobem Sand-

stein und Conglomerat), welche am Rigi fast bis zu 6000 Fufs Meereshöhe ansteigt und oft mit feinen sandigen Thonlagen wechselt. In dem nassen Sommer des Jahres 1806 war eine dieser unterliegenden Thonschichten, deren Neigung 25° betrug, erweicht, theilweise vielleicht auch weggeschwemmt worden, und die Conglomeratmasse lag nun auf einer schlüpfrigen Grundlage. Sie konnte sich in dieser Lage nicht länger erhalten, sondern glitt auf der schlüpfrigen Thonschicht nieder. Es rifs sich deshalb von dem Gipfel des Berges, durch Klüfte begünstigt, eine mächtige Felsplatte von etwa 100 Fufs Dicke, gegen 1000 Fufs Breite und wohl von der Länge einer halben deutschen Meile los und rutschte mit unglaublicher Schnelligkeit, wie es scheint, etwa in 3 Minuten, in's benachbarte Thal nieder, welches sich zwischen dem Zuger und dem Lowerzer See ausdehnt. Alles, was auf dem Wege dieses Schlüpfs lag, ward spurlos vernichtet; 3 Dörfer, unter welchen das bedeutendste Goldau, (mit 484 Menschen) gingen unter, und im Thalgrunde erhebt sich jetzt ein Hügel von 200 Fufs Höhe und beträchtlichem Umfange, welcher ganz und gar aus den Felstrümmern gebildet wird. Der Raum, über welchen dieser Bergschlüpf gleitete, hat nahe an 2 Stunden Längenausdehnung; ein Theil der Masse prallte gegen den Fufs des gegenüberliegenden Rigi an und richtete sich daran in die Höhe, ein anderer Theil dagegen stürzte sich in den Lowerzer See, und der Wasserspiegel desselben ward an der Stelle des Einsturzes zu einer Welle von etwa 50 Fufs Höhe über seinen gewöhnlichen Stand erhoben; selbst noch eine Stunde von der Stelle des Hineinstürzens entfernt stieg das Wasser gegen 12 Fufs hoch und richtete beträchtliche Verwüstungen an. (Vergl. Hoffmann's Geschichte der Geognosie S. 105.)

Bergschlüpf in Devon. — Was die Veränderungen der Oberflächengestalt anlangt, so war der Bergschlüpf, welcher sich im December 1839 an der Küste von Devon in England ereignete, fast eben so folgenreich als der soeben beschriebene; seine Natur und seine Ursachen sind jedoch von denen des vorigen etwas verschieden. Die Küste von Devon besteht zwischen Lyme und Axmouth von oben nach unten aus

100—200 Fuſs Kreide, 150 Fuſs festem Sandstein, 150—200 Fuſs losem Sand und endlich aus Liasschiefern, welche nur selten zu Tage treten. Alle diese Schichten fallen wenige Grad gegen das Meer zu. Hier sind drei Bedingungen gegeben, die bei der wenig geneigten Schichtung nicht sowohl einen eigentlichen Erdschlüpf, als vielmehr ein unregelmäſsiges Einsinken und Verschieben der festen felsigen Oberfläche veranlassen konnten und veranlaſst haben, nämlich eine stark zerklüftete Felsdecke (Kreide und Sandstein), eine durch Wasser erweichende und dann leicht bewegliche Masse (der lose Sand) und endlich eine das Wasser nicht durchlassende Unterlage (die Liasschiefer).

Es war in der Nacht vom 24sten zum 25sten December, als man zuerst auf die Bewegungen des Bodens aufmerksam wurde, welche einen so groſsartigen Erfolg haben sollten; diese Bewegungen dauerten bis zum 26sten fort und wiederholten sich nochmals am 3. Februar 1840. Eine Küstenstrecke von mehr als 5000 Fuſs Länge und 1000 bis 1500 Fuſs Breite trennte sich durch eine 200 bis 400 Fuſs weite und 100 bis 200 Fuſs tiefe Versenkungskluft von dem dahinter befindlichen Lande, zerspaltete nach allen Richtungen in mächtige Felspfeiler, welche theils in die Höhe geschoben, theils versenkt wurden, und schob eine ungeheuere Sandsteinklippe mit aufgerichteter Schichtung weit in das Meer hinaus. Felder, Wiesen, Gärten und Gebäude wurden von unzähligen Klüften zerrissen und ihre einzelnen Theile auf das Mannichfachste verschoben; das früher flachhügelige Land ist jetzt zum Theil in eine der pittoreskesten Felspartieen umgewandelt. Besonders zeichnet sich die weite, durch Versenkung und Verschiebung entstandene Felskluft, welche auf die ganze Länge hin die nördliche Gränze bildet, durch die groſsartige Natur ihrer Scenerie aus und erinnert lebhaft an manche Felsenthäler der sächsischen Schweiz. Obwohl im vorigen Jahrhundert an den Küsten von Devon nicht allzuselten ähnliche Ereignisse vorgekommen zu sein scheinen, so war dieses doch den meisten jetzigen Bewohnern der Gegend neu und wurde von Vielen für die Wirkung eines Erdbebens gehalten, wovon es sich jedoch in vieler Beziehung

wesentlich unterscheidet. Erdbeben wirken selten so heftig auf einen so beschränkten Raum, sie sind gewöhnlich viele Meilen weit gleichzeitig bemerkbar, aber ihre örtlichen Zerstörungen sind nur selten so beträchtlich. Auch ist die Art ihrer Wirkung eine ganz andere, als hier beobachtet worden. Die Erdschlüpfe von Devon sind lediglich dadurch zu erklären, dafs in nassen Jahreszeiten, wie es im Winter 1839 der Fall war, der lose Sand, welcher die Unterlage der festen, aber für Wasser auf vielen Klüften durchlässigen Felsdecke bildet, sich gänzlich voll saugte und dadurch theils von unzähligen Quellen ausgespült, theils zu einer nachgiebigen (schwimmenden) Masse erweicht wurde. Die Auswaschungen verursachten Höhlungen, die Höhlungen Einstürze in die erweichte Unterlage und diese eine heftige, mit Verschiebungen verbundene Bewegung des ganzen Küstenstriches, welche nicht eher nachliefs, als bis eine Art von Gleichgewicht wieder hergestellt war. Man könnte hier wohl sagen: der Erdschlüpf ist nicht durch ein Erdbeben veranlafst worden, aber er veranlafste eine Art von Erdbeben, wenigstens ein einigermafsen ähnliches Phänomen. Diese Erderschütterung aber läfst sich in keiner Weise einem ächten Erdbeben gleich stellen, welches stets durch vulkanische Thätigkeit im Inneren der Erde verursacht wird und somit einen weit tieferen Ursprung hat. (Vergl. Conybeare and Dawson's *memoir and views of Landslips on the coast of east Devon.* 1840.) Etwas Aehnliches findet sich beschrieben in J. G. Kohl's Reisen in Südrufsland Th. 2 S. 73.

Alle Bingen und sogenannten Erdfälle sind ebenfalls Folgen aufgehobener Unterstützung einzelner Erdkrustentheile.

§. 21. *Dichtigkeit der Erde.* — Die Körper sind um so schwerer (werden um so mehr von der Erde angezogen), je dichter sie sind, und so läfst sich umgekehrt aus der Anziehungskraft der Erde, verglichen mit ihrer Gröfse, auf ihre Dichtigkeit schliefsen.

Newton berechnete zuerst aus allgemeinen astronomischen Gründen, dafs die specifische Schwere oder Dichtigkeit der Erde für das Erdganze gröfser sei, als durchschnittlich für die Mineralmasse der Oberfläche. Er fand das allgemeine speci-

fische Gewicht der Erde fünfmal so grofs als das des Wassers, während das der uns zugänglichen festen Erdmasse durchschnittlich noch nicht das dreifache des Wassers beträgt.

Der Engländer Nevil Maskelyne stellte hierauf im Jahre 1774 Versuche an über die Ablenkung eines Lothes (Pendels) durch die vorher berechnete Masse eines Berges, wodurch er das Verhältnifs zwischen dem Gewichte der ganzen Erde und dem bekannten des Berges fand. Aus diesen Beobachtungen berechneten Hutton und Playfair das mittlere specifische Gewicht der Erde zu 4,7. Heinrich Cavendish, ein Landsmann des Vorigen, suchte ziemlich gleichzeitig das Gewicht der Erde durch die Anziehung von Kugeln an einer (Coulombischen) Drehwage zu bestimmen. Hieraus ergab sich die Dichtigkeit der Erde im Ganzen, im Vergleich zu der des Wassers = 5,48, und dieses Resultat ist in neuester Zeit auffallend bestätigt worden durch die äufserst sorgfältigen Versuche mit demselben Instrumente, welche Prof. Reich in Freiberg und Baily in England angestellt haben. Ersterer fand die Dichtigkeit oder das specifische Gewicht der Erde im Vergleich zum Wasser = 5,43, Letzterer = 5,67, woraus sich das absolute Gewicht des ganzen Erdkörpers zu 114256 Trillionen Leipziger Centner ergiebt.

Aus allen diesen Versuchen und Rechnungen geht so viel mit Sicherheit hervor, dafs die specifische Schwere der Erde mehr als fünfmal so grofs als die des Wassers und fast noch einmal so grofs als die ihrer bekannten festen Oberfläche ist, woraus gefolgert werden kann, dafs sie gegen den Mittelpunct hin zunimmt. Wie und wodurch diese Zunahme erfolgt, weifs man aber noch nicht.

Magnetismus der Erde.

§. 22. *Magnetismus der Erde.* — Es ist bekannt genug, dafs die Nadel des Compasses mit einer ihrer Spitzen stets nach Norden, mit der anderen nach Süden weist. Den eigentlichen Grund dieser und der damit verwandten Erscheinungen, die man Erdmagnetismus nennt, kennt zwar noch Niemand, wohl aber sind die Gesetze derselben ziemlich genau ermittelt.

Die Richtung der Nadel ist nämlich an den meisten Puncten der Erdoberfläche keine genau nördliche und südliche, sie weicht vielmehr mannichfach von der der geographischen Meridiane ab. Diese Abweichung, die Declination, ist an sehr vielen Orten genau bestimmt und in Graden ausgedrückt worden; in Deutschland z. B. ist dieselbe jetzt eine westliche und beträgt ungefähr 16 — 18°. Durch eine Verbindung der Puncte, welche eine gleiche Abweichung zeigen, hat man magnetische Abweichungs- oder isognomische Linien, welche die geographischen Meridiane vielfach kreuzen und deren Vereinigungspuncte — die magnetischen Pole — nicht ganz mit den Polen der Erdaxe zusammenfallen, ermittelt und auf Karten dargestellt. Es liegt der nördliche magnetische Erdpol gegenwärtig in dem nördlichen Theile von Nordamerika unter dem 70. Grade nördlicher Breite. Seine Bereisung hat aufser den in voraus zu erwartenden Erscheinungen an der Magnetnadel nichts Ungewöhnliches wahrnehmen lassen, man ist dadurch der Ursache des Erdmagnetismus nicht näher gekommen. Der südliche magnetische Pol der Erde liegt dem nördlichen ungefähr diametral gegenüber, also von dem südlichen Erdpole nach Australien zu, etwa unter dem 77. Grade südlicher Breite. Bis zu ihm ist man noch nicht vorgedrungen.

Die Richtung der Magnetnadel bleibt sich aber nicht ganz gleich, sie ist vielmehr gewissen periodischen und aufserdem auch noch unregelmäfsigen Schwankungen unterworfen, und in Folge davon ändern natürlich auch die daraus construirten Abweichungslinien und Pole ihre Lage. Die periodischen Schwankungen sind theils sehr kleine tägliche, theils gröfsere, die ein allmäliges, wahrscheinlich kreisförmiges Fortrücken der magnetischen Pole um die mathematischen Pole der Erde herum annehmen lassen, wodurch in gewissen grofsen Zeiträumen die Declination für irgend einen Ort der Erde abwechselnd eine östliche und eine westliche wird und zu Zeiten auch ganz aufhört, wie das gegenwärtig für einige Theile Amerikas, des atlantischen Oceans, Asiens und Neuhollands der Fall ist. Die Ursachen und Gesetze der unregelmäfsigen Schwankungen der Declination sind noch nicht ermittelt.

Wie nun aber die in horizontaler Richtung bewegliche Nadel des Compasses sich überall nach den magnetischen Polen richtet, so thut diefs auch die in verticaler Richtung bewegliche und in der Ebene eines magnetischen Meridians aufgestellte Inclinationsnadel, d. h. nördlich von einem, dem geographischen Aequator nicht ganz entsprechenden magnetischen Aequator neigt sich die Nordpolspitze der Nadel dem magnetischen Nordpole und südlich von diesem Aequator die Südspitze dem magnetischen Südpole zu, während nur in dem magnetischen Aequator selbst die Nadel genau horizontal steht. Im mittleren Deutschland z. B. beträgt jetzt die nördliche Neigung (die Inclination) der Nadel ungefähr 67°. Durch zahlreiche Beobachtungen der nördlichen Inclination, welche übrigens wie die Declination gewissen kleinen Schwankungen unterworfen ist, hat man magnetische Parallelkreise ermittelt und dargestellt, in welchen die Neigung der Nadel gleich ist und welche natürlich nicht mit den geographischen Parallelkreisen übereinstimmen können, da sie verschiedenen Polen zugehören, die aber auch — was allerdings auffallender ist — nicht ganz genau mit der Lage der magnetischen Meridiane übereinstimmen (die sie als denselben Polen zugehörend eigentlich überall rechtwinklig durchschneiden müfsten) und die, in der Nähe der magnetischen Pole selbst, sehr excentrisch werden, so dafs daraus hervorgeht, dafs die magnetische Kraft wahrscheinlich nicht in einer einfachen Axlinie concentrirt zu denken ist. Hiermit stimmen denn auch die Beobachtungen über die Intensität der magnetischen Kraft, gemessen durch die Anzahl der Schwingungen, die eine Nadel von bestimmter Länge in gleichen Zeitabschnitten macht, ziemlich überein, Beobachtungen, aus deren Resultaten man die sogenannten isodynamischen Linien construirt hat, in welchen die magnetische Kraft der Erde gleiche Intensität zeigt. Im Allgemeinen nimmt diese Intensität nach den Polen hin zu.

Wenn nun auch die aus den bisherigen Beobachtungen der Declination, Inclination und Intensität des Erdmagnetismus construirten Linien (Meridiane, Parallelkreise u. s. w.) in ihren Einzelheiten nicht genau mit einander übereinstimmen, viel-

mehr z. B. die der Inclination und Declination etwas verschiedene magnetische Aequatoren bedingen, so zeigt sich doch in den allgemeinen Richtungen und Schwankungen, sowie in den Abweichungen von den entsprechenden geographischen Linien eine grofse Uebereinstimmung, und es lassen sich aus den durch Alexander v. Humboldt's Bemühungen jetzt über die ganze Erdoberfläche ausgedehnten magnetischen Beobachtungen an einzelnen Stationspuncten sicher Resultate erwarten, mit deren Hilfe man einst alle scheinbaren Unregelmäfsigkeiten auf ein allgemeines Gesetz des Erdmagnetismus wird zurückführen können, welches dann nothwendig auch für die Lehre der Geologie von grofser Wichtigkeit sein mufs.

Man hat den Gedanken ausgesprochen, dafs der Magnetismus der Erde, verbunden mit der gegen den Mittelpunct zunehmenden Dichtigkeit und mit dem Umstande, dafs einige neuere, aus grofsen Tiefen emporgedrungene Gesteine besonders eisenreich sind, einen vorzüglich eisenreichen Kern der Erde andeute. Es ist diefs aber durchaus nichts weiter als ein hingeworfener Gedanke.

Temperatur der Erde.

§. 25. *Temperatur der Erde.* — Die Temperatur der äufsersten Erdoberfläche, so wie die der Luft, hängt grofsentheils von den täglichen und jährlichen Einwirkungen der Sonnenstrahlen ab. Ihr jährliches Mittel beträgt in den mittleren und niederen Gegenden Mittel-Deutschlands 9 bis 11° C., unter dem Aequator 27,5 ° C. (= 22° Réaumur).

Diese Angaben sind für das Niveau des Meeres berechnet und deshalb nur für solche Orte giltig, die nicht viel darüber erhaben liegen. Je höher man in die Gebirge aufsteigt, desto kälter werden die Luft und der Boden, und bei einer gewissen Höhe erreicht man überall die Gränze des ewigen Schnees. Diese untere Gränze der Region des ewigen Schnees nennt man Schneelinie; ihr Abstand von der Meeresfläche, also ihre Höhe, ist je nach dem Klima der Gegenden verschieden; unter dem Aequator beträgt er in den Anden Amerika's 14,800 Fufs,

im Himalajagebirge bei 30 ° nördlicher Breite 16,500 Fufs, in den Schweizeralpen bei 47 ° nördlicher Breite nur 8000 Fufs. Aus den Resultaten vieler Beobachtungen hat man die Schneelinie als eine Curve construirt, welche sich bei 65 bis 75 ° nördlicher Breite über den Meeresspiegel erhebt und bei 60 ° südlicher Breite, dort also viel früher, wieder in das Meer sinkt. Diese Curve ist jedoch, wie schon die obigen Beispiele zeigen, nicht für alle Meridiane gleich gestaltet, weil die mittlere Temperatur der Erdoberfläche unter gleichen Breitengraden nicht überall gleich ist. Zahlreiche Beobachtungen haben nämlich gelehrt, dafs die sogenannten „Isothermen" (Verbindungslinien derjenigen Orte, welche gleiche mittlere Temperatur besitzen) den Linien der Breitengrade keineswegs ganz parallel sind, sondern mancherlei Abweichungen davon machen.

Soviel über die Temperatur der Erdoberfläche, deren Kenntnifs man vorzüglich den Forschungen Alexander v. Humboldt's verdankt. Dringen wir jetzt, soviel diefs möglich, in das Innere der Erde ein. Jedermann weifs, dafs es in einem guten Keller nicht friert; des Grundes sind sich aber nicht Alle bewufst. Es ist die eigenthümliche Erdwärme, die diefs bewirkt, deren progressive Zunahme nach der Tiefe hin durch alle darüber angestellte Versuche in Gruben, Bohrlöchern und an Quellen erwiesen ist. Dringt man durch Gruben oder Bohrlöcher in das Innere der Erde ein, so findet man zunächst, dafs in Deutschland ungefähr bei 4 Fufs Tiefe die täglichen Temperaturwechsel aufhören und nur die jährlichen noch das Thermometer bewegen. Dann erreicht man bei ungefähr 60 Fufs Tiefe eine Region, in welcher auch die jährlichen Wechsel, also alle wechselnden Wirkungen der Sonne gänzlich verschwinden, und somit die der eigenthümlichen Erdwärme allein herrschen. Diese Tiefen sind unter dem Aequator weit geringer als nach den Polen zu, was eine natürliche Folge der verschiedenen Dauer der Tages- und Jahreszeiten ist.

Die Temperatur in einer gewissen Region des Erdinnern ist aber für jeden Ort völlig sonstant. Noch tiefer hinein findet ein gleichmäfsiges Zunehmen der Temperatur statt, und

zwar, so weit die Untersuchungen reichen, durchschnittlich bei 120 Fufs um 1° der hunderttheiligen Skala.

Nicht in allen Gruben und Bohrlöchern, in welchen man Beobachtungen angestellt hat, ist diese Zunahme gleich gefunden worden, weil die Lage in Gebirgen oder Ebenen, Luftwechsel, von unten oder von oben eindringendes Wasser, der Grad der Leitungsfähigkeit und Wärme entwickelnde Zersetzungen des Gesteins, so wie gewisse Handlungen der Menschen (Athmen, Beleuchtung, Sprengung) u. s. w. grofsen Einflufs haben und mancherlei Abweichungen hervorbringen können. Die Zunahme von 1° C. auf 120 Fufs ist aber das mittlere Resultat der zuverlässigsten von den vielen von v. Humboldt, Fox, Cordier, Reich u. A. angestellten Beobachtungen, und es scheint daraus hervorzugehen, dafs eine ähnliche Zunahme bis in die gröfsten Erdtiefen stattfinde, woraus dann nothwendig ein heifsflüssiger Zustand des Erdinnern zu folgern sein würde. Vorausgesetzt, dafs die Zunahme gleichmäfsig bleibt, so müfste schon bei 8 Meilen Tiefe der Schmelzgrad des Eisens (zu 1800° C. angenommen) eintreten, und bei 12 Meilen Tiefe oder 2700° C. würden wohl alle uns bekannte Stoffe sich im heifsflüssigen Zustande befinden.

Durch die Innenwärme der Erde werden die warmen und heifsen Quellen am befsten erklärt und, wie wir später sehen werden, auch die Erscheinungen der Vulkane. Es ist sehr zu erwarten, dafs sich die Erdwärme einst als Heizmittel benutzen lassen werde, wie man denn schon jetzt in Würtemberg durch warme artesische Brunnen Gewächshäuser heizt.

§. 24. *Aggregatzustände, durch Wärme bedingt.* — Die meisten irdischen Stoffe werden durch Wärme ausgedehnt und vermögen je nach der Temperatur, der sie ausgesetzt sind, drei wesentlich verschiedene Aggregatzustände anzunehmen, den festen, den tropfbar flüssigen und den elastisch flüssigen (gas- oder luftförmigen). Alle Körper sind wenigstens dem Gegensatze des festen und flüssigen unterworfen, d. h. bei hinreichender Wärme werden sie alle flüssig, sei es nun tropfbar oder gasförmig, bei grofsem

Mangel derselben fest. Dabei hat aber aufser der Temperatur auch der Druck einen Einflufs, indem er die auflösende Kraft der Wärme in gewissem Grade zu hindern oder zu mehren vermag.

Kein Körper eignet sich mehr dazu, als Beispiel für die Erläuterung der Aggregatzustände zu dienen, als das Wasserstoffoxyd (Eis, Wasser, Dunst), da es bei den uns umgebenden Temperaturverhältnissen in allen drei Zuständen vorkommt und Jedermanns Beobachtung leicht zugänglich ist. Wollen wir aber die an ihm beobachteten Erscheinungen in der Geologie auf andere Körper anwenden, so dürfen wir dabei nie vergessen, dafs die gegenwärtig uns umgebenden Temperaturverhältnisse keinesweges *a priori* als für alle früheren Zeiten der Erdbildung giltig vorausgesetzt werden können; wir müssen vielmehr dabei von allen derartigen Beschränkungen abstrahiren. Das durch Wärme flüssige Eisen hat eben so gut seinen Gefrierpunct als das Wasser, ebenso jedes andere Metall und jedes Gestein; das Festwerden derselben ist durchaus kein anderer Vorgang als das Gefrieren des Wassers, ein Krystallisiren, bedingt durch Wärmeverlust. Was wir Kälte nennen, ist nichts Anderes als ein für organische Wesen empfindlicher Wärmemangel, und bestände unser Körper aus metallischen Stoffen, so wie er jetzt aus Knochen, Fleisch, Blut und anderen wässerigen Säften besteht, so würde für unser Leben eine dem Schmelzgrade dieser Metalle ungefähr entsprechende Temperatur zuträglich und nöthig sein, so wie jetzt die Temperatur, in welcher das Wasser seinen tropfbar flüssigen Zustand behält, die angemessenste für uns ist.

Eis bildet sich also bei einem gewissen, von uns Menschen Kälte genannten Temperaturgrade. Diese Temperatur ist aber nicht genau dem Thaupunct des Wassers (oder Nullpunct der üblichsten Thermometer) entsprechend, sondern liegt mehr oder weniger darunter, je nachdem Ruhe oder Bewegung und Luftdruck verschieden einwirken. Es ist sogar gelungen, Wasser im luftverdünnten Raume und bei völliger Ruhe bis zu 20° C. zu erkälten, ohne dafs es fest wurde, wobei seine Ausdehnungsverhältnisse überdiefs entgegengesetzt sind, als in höheren

Temperaturen. Aehnlich, wenigstens was den ersteren Umstand betrifft, verhalten sich auch einige andere Körper, z. B. Schwefel, und Fournet hat diesen Zustand, den er mit dem Ausdruck: Ueberschmelzung, bezeichnet, benutzt, um dadurch die Anwesenheit leichtflüssigerer Krystalle in strengflüssigeren Mineralgemengen, wie z. B. Feldspathkrystalle im Granit, zu erklären. (*Sur l'état de surfusion du Quarz dans les roches éruptives.*) Doch reicht die Erfahrung so weit noch nicht. Erhalten diese Körper im Zustande der Ueberschmelzung eine kleine Anregung, z. B. durch Erschütterung oder durch Berührung eines Krystalles derselben Substanz, so theilt sich die Erstarrung und Krystallisation dann schnell der ganzen Masse mit.

Eine andere besondere Eigenschaft ist der halb- oder zähflüssige Uebergangszustand gewisser amorpher Körper, wie z. B. des Wachses. Bei Körpern mit durch die ganze Masse erkennbarer Krystallisation ist dieser Zustand höchstens bis zu einem gewissen Grade bekannt, wo dann plötzlich die Erstarrung eintritt. Vielleicht aber ist er bei den sogenannten amorphen Körpern im Grunde doch nichts Anderes als eine Vertheilung völlig ununterscheidbar kleiner Krystalle in einer flüssigen Masse, von denen einer nach dem anderen fest wird, in dem Mafse, als die Temperatur sinkt. Auch Laven sind in gewissem Grade zähflüssig, ehe sie erstarren, und doch findet man darin nachher viele erkennbare Krystalle. Es ist die Frage, ob es wahrhaft amorphe feste Körper giebt.

Eis bildet sich also bei einem gewissen, von uns Menschen Kälte genannten Temperaturgrade, zunächst gewöhnlich (weil die Wärme von der Oberfläche aus entzogen wird) als Kruste auf der Oberfläche des Wassers, deren Dicke von dem Grad und der Dauer der Kälte abhängig ist, welche schichtweise nach unten zunimmt und endlich der Dicke des ganzen Wasserraums entspricht. Ist das Wasser während des Frierens bewegt oder tropft es von vorspringenden Gegenständen herab, so bildet es jene vielerlei Formen, Eiszapfen u. dergl., die wir oft im Winter bewundern, und die zum Theil genau den Stalaktiten und Stalagmiten entsprechen, die durch kalkhaltige

Wässer abgesetzt werden. Das Eis nimmt $\frac{1}{9}$ mehr Raum ein, als das Wasser, aus dem es entstand; es ist folglich leichter und schwimmt auf der Oberfläche desselben. Unter wechselnden Einwirkungen der Temperatur sondert es sich oft stänglich oder körnig ab, sehr ähnlich manchen Mineralien. In der Atmosphäre entsteht Eis durch Gefrieren von Wasserdünsten — als Schnee, oder von fallenden Tropfen — als Hagel. Der Schnee bedeckt oft, dem Niederschlage aus einer chemischen Auflösung vergleichbar, durch periodisches Niederfallen schichtweise, den Erdboden, als neueste vergängliche Formation der festen Erdrinde. Durch langes Uebereinanderliegen backen die krystallinischen Flocken fest zusammen, verlieren ihre ursprüngliche, meist sternförmige Gestalt, treten in neue Krystallisationsverhältnisse und sondern sich zu einer krystallinisch körnigen Masse (Firn) ab.

Vulkanische Thätigkeit.

§. 25. *Vorbemerkung.* — Jedermann weiſs, was man im Allgemeinen unter einem Vulkane versteht, auch der gewöhnliche Verlauf der vulkanischen Ausbrüche oder Eruptionen ist sehr bekannt; es kann deshalb hier nur darauf ankommen, diese groſsartigen Naturerscheinungen so viel möglich wissenschaftlich zu deuten und ihre weniger allgemein bekannten Beziehungen darzulegen.

§. 26. *Erdbeben.* — In der Regel gehen jedem vulkanischen Ausbruche mehr oder weniger verbreitete Erschütterungen voraus, welche man Erdbeben nennt. Zuweilen haben zwar solche Erdbeben auch ohne beobachtete damit verbundene vulkanische Eruptionen stattgefunden, dennoch ist aber der constante Zusammenhang beider Erscheinungen in so vielen Fällen und mit solcher Präcision nachgewiesen, daſs das ausnahmsweise isolirte Auftreten des einen oder des anderen dieser Phänomene, nicht mehr als ein Grund ihrer Unabhängigkeit von einander dienen kann. In der Regel fallen sie nicht nur geographisch, sondern auch historisch zusammen, d. h. die mit Vulkanen versehenen Länder sind am häufigsten von Erdbeben heimgesucht, und die Erschütterungszeiträume sind auch

vorzugsweise die Zeiträume vulkanischer Eruptionen. Der innige Zusammenhang beider ist neuerlich besonders wieder durch Charles Darwin trefflich nachgewiesen worden (*Geolog. Transactions* 1838 *p.* 601), und wir werden, insofern darin eine Erklärung beider Phänomene zu finden ist, später darauf zurückkommen.

Man hat sich vielfach bemüht, constante Vorboten der dem Menschen mit so grofser Gefahr drohenden Erdbeben aufzufinden; als solche glaubte man zuweilen gewisse Unregelmäfsigkeiten in dem Witterungsverlaufe, plötzliche Windstöfse, mit Windstillen wechselnd, ein Röthen der Sonnenscheibe durch starke Nebel, Entwickelung brennbarer Gase aus dem Boden, ungewöhnliche Elektricitätszustände u. s. w. erkannt zu haben, aber alle diese Erscheinungen sind viel zu wenig constant mit Erdbeben verbunden und viel zu häufig auch ohne sie beobachtet worden, als dafs man sie wirklich für stete warnende Vorboten halten könnte.

Die Erdbeben selbst sind von aufserordentlicher Einwirkung auf den äufseren und inneren Bau der festen Erdkruste, deshalb auch ganz besonders geeignet, gewisse sogenannte geologische Vorgänge zu erklären, deren Resultate wir in der festen Erdkruste vorfinden. Wellenförmige Bewegungen und Zuckungen des Bodens, mehr oder weniger heftige Stöfse in gewissen Richtungen, Spaltenaufreifsung, grofse Aufregung des Meeres, donnerähnliches oder dem Gerassel von Wagen entsprechendes Getöse, das sind die allgemeinsten und unmittelbar wahrnehmbaren Wirkungen der Erdbeben. Ein paar Beispiele werden dazu dienen, die besonderen und vorzüglich die geologisch wichtigsten Folgen darzulegen.

Erdbeben in der Walachei. — Sehr lehrreich durch Bildung von gröfstentheils parallelen Spalten, Verwerfungen und theilweise mechanische Ausfüllung der Gangspalten von unten nach oben war das Erdbeben, welches am 11. Januar 1838 einen Theil der Walachei erschütterte. In diesen Gegenden besteht nämlich der Boden aus Diluvialgebilden und Molasse, in welcher letzteren undurchlässige Thonschichten das von den Karpathen kommende unterirdische Wasser in

lockeren sandigen Schichten gespannt erhalten. Dieses Wasser drang nun in den durch das Erdbeben gebildeten Spalten mit grofser Gewalt empor und führte eine Menge Sand und Grus mit sich, welcher theils über den Oeffnungen zu kegelförmigen Hügeln aufgehäuft wurde, theils bei nachlassendem Druck die Spalten selbst erfüllte. [Vergl. Schüler's Bericht, Bucharest 1838. Jahrb. 1840 S. 173.]

Erdbeben von Lissabon. — Das fürchterliche Erdbeben, welches am 1. November 1755 mit der Zerstörung von Lissabon begann, wurde gleichzeitig fast durch ganz Europa bis Norwegen hinauf, an der Nordküste Afrika's, ja sogar auf einigen westindischen Inseln und dazwischen an vielen Puncten des Meeres, wo sich gerade Schiffe befanden, wahrgenommen. Während es zu Lissabon die Stadt zerstörte, den neuen Quai über 600 Fufs tief unter das Meer versenkte, die Gipfel der benachbarten Berge spaltete u. s. w., offenbarte es sich in dem übrigen Europa u. s. w. durch merkbare Erschütterungen, sowie durch sonderbare Einwirkungen auf mehre Mineralquellen, z. B. die Carlsbader, und auf viele Landseeen, z. B. den bei Salzungen.

Erdbeben in Chile. — Am 19. November 1822 wurde die Küste von Chile durch ein sehr zerstörendes Erdbeben heimgesucht; der Stofs wurde gleichzeitig in einer nordsüdlichen Längenerstreckung von 240 Meilen wahrgenommen. St. Jago, Valparaiso und einige andere Orte wurden gröfstentheils zerstört. Als man die Umgegend von Valparaiso am Morgen nach dem Erdbeben untersuchte, fand man, dafs die ganze Küste auf mehr als 20 Meilen Länge über ihr früheres Niveau emporgehoben worden war. Zu Valparaiso betrug die Emporhebung 3 und zu Quintero 4 Fufs. Ein Theil des ehemaligen Meeresbettes blieb mit den darauf liegenden Muscheln und Fischen bei der höchsten Fluth trocken, und die darauf verwesenden Organismen entwickelten sehr schädliche Dünste. Ein altes Schiffswrack, dem man sich vorher nicht nähern konnte, wurde nun vom Lande aus zugänglich, obgleich sich seine Entfernung von der früheren Meeresküste nicht verändert hatte. Man bemerkte, dafs das zum Betriebe einer nicht ganz eine halbe

Stunde vom Meere entfernten Mühle angewendete Wasser auf einer Strecke von höchstens 150 Schritt Länge 14 Zoll an Fall gewonnen hatte, und aus dieser Thatsache zog man mit Recht die Folgerung, dafs die Erhebung im inneren Lande z. Th. weit beträchtlicher gewesen sei, als an der Küste. Ein Theil der emporgehobenen Küste besteht aus Granit oder Syenit, in welchem parallele Spalten entstanden, von denen man einige 1½ Meile landeinwärts verfolgen konnte. Kegelförmige, ungefähr 4 Fufs hohe Erdhaufen wurden in einigen Gegenden von dem mit Sand vermengten Wasser durch trichterförmige Oeffnungen aufgeworfen.

Die Oberfläche, über welche sich die permanente Niveauveränderung ausdehnte, wurde auf 100,000 englische Quadratmeilen geschätzt. Man hat angenommen, dafs die ganze Gegend von dem Fufse der Anden bis eine weite Strecke in das Meer hinein emporgehoben worden sei, und dafs die gröfste Hebung etwa in Entfernung einer Stunde von der Küste 6 bis 7 Fufs betragen habe. Die Erdstöfse dauerten übrigens vom 19. November 1822 bis Ende Septembers des nächsten Jahres fort; selten vergingen in dieser ganzen Zeit ein paar Tage ohne einen Stofs, und zuweilen wiederholten sich 2 bis 3 in 24 Stunden. Mistrefs Graham bemerkte nach diesem Erdbeben, dafs aufser der neuerlichsten Erhebung an der chilenischen Küste sich verschiedene ältere emporgehobene Strandlinien finden, welche zum Theil 50 Fufs über dem jetzigen Meeresspiegel liegen. [Vergl. Lyell, *princ. of geology*. Vol. I, C. 23. Meyen's Reise um die Erde Bd. I, S. 208.]

Am 20. Februar 1835 betraf dieselbe Gegend abermals ein heftiges Erdbeben, welches bis 20 deutsche Meilen von der Küste gespürt wurde. Das Land scheint dadurch 4 bis 5 Fufs emporgehoben worden, während der fortdauernden Erschütterungen im nächsten April aber wieder 2 bis 3 Fufs gesunken zu sein. Die benachbarte Insel St. Maria wurde am südlichen Ende 8, in der Mitte 9, am nördlichen Ende 10 Fufs gehoben. Der Hafen dieser Insel wurde dadurch unbrauchbar. Während der Dauer des Erdbebens war die ganze, 30 geographische Meilen lange Vulkankette der chilenischen Anden

in ungewöhnlicher Thätigkeit. Juan Fernandez, 365 geographische Meilen von der Küste entfernt, wurde gleichzeitig erschüttert, und bei Bacalao-Head brach eine neue vulkanische Insel aus dem 96 Faden tiefen Meere hervor.

Ein weniger heftiges Erdbeben betraf denselben Landstrich am 7. November 1837. [*Geol. Transactions* 1838 p. 601.]

Diese Erhebungen des Landes, welche unmittelbar beobachtet wurden, sind natürlich vom höchsten geologischen Interesse, und es lassen sich daran einige andere anreihen, die ebenfalls in historische Zeit fallen, deren Bedeutung man aber erst lange, nachdem sie eingetreten waren, aus ihren Resultaten erkannt hat.

Niveauveränderungen der Gegenden von Puzzuoli in Italien. — Der berühmte Tempel des Jupiter Serapis bei Puzzuoli in der Bai von Bajae giebt durch sich allein den unwiderleglichen Beweis, dafs in jener Gegend seit der christlichen Zeitrechnung das relative Niveau des Landes und Meeres sich zweimal verändert hat, und jede dieser Bewegungen, sowohl die Hebung als die Senkung, hat mehr als 20 Fufs betragen. Dazu müssen wir bemerken, dafs eine geologische Untersuchung der Küste in der Bai von Bajae, sowohl nördlich, als südlich von Puzzuoli, durch alte Küstenlinien, Muschelbänke und vom Meere abgesetzte Schichten, welche Bruchstücke alter Gebäude enthalten, die genügendste Ueberzeugung von einer in historische Zeiten fallenden Hebung von wenigstens 20 Fufs und an einem Puncte von mehr als 30 Fufs giebt, eine Ueberzeugung, welche eben so vollständig sein würde, wenn auch jener Tempel bis jetzt noch nicht entdeckt worden wäre; denn annehmen zu wollen, dafs das Meer in der Zeit, seitdem die Küsten von Campanien mit kostbaren Gebäuden bedeckt sind, 20 bis 30 Fufs gesunken sei, würde eine gänzlich unhaltbare Hypothese sein. Die Beobachtungen, welche man an vielen von den Römern angelegten Werften und Häfen des mittelländischen Meeres gemacht hat, liefern vielmehr den Beweis, dafs in diesem Meere in den letzten 2000 Jahren keine bemerkbare Veränderung des Wasserstandes eingetreten ist.

Als man im Jahre 1750 die Ueberreste des erwähnten Tempels bei Puzzuoli ausgrub, fand man den Fufsboden dieses von Corelli später für ein Badehaus erklärten Gebäudes noch erhalten, und der ursprüngliche Plan desselben konnte gänzlich erkannt werden; es war von viereckiger Gestalt, hatte 70 Fufs Breite, und das Dach wurde von 46 schönen, 42 Fufs hohen Säulen getragen, von denen 24 aus afrikanischem Granit, die übrigen aus Marmor bestanden. An den drei noch stehenden Marmorsäulen sind nun die Merkmale jener bedeutenden Niveauveränderungen mit sehr deutlichen Lettern von der Natur selbst eingegraben worden. Diese Säulen sind nämlich bis zu einer Höhe von 12 Fufs über dem Sockel unbeschädigt, darüber aber befindet sich eine 9 bis 12 Fufs hohe Zone, innerhalb welcher sie von Bohrmuscheln (*Modiola lithophaga* Lam.) durchbohrt sind, die zuweilen noch in den Höhlungen gefunden werden. Ueber dieser Zone sind die Säulen wieder glatt. Der Fufsboden des Gebäudes liegt jetzt ungefähr einen Fufs unter dem Niveau des hohen Meerwasserstandes, der obere Theil der Durchbohrungen befindet sich daher wenigstens 23 Fufs über demselben, und es ist ganz klar, dafs die Säulen lange Zeit hindurch aufrecht stehend im Salzwasser befindlich gewesen sein müssen, um den Bohrmuscheln zugänglich zu werden. Da nun nicht anzunehmen ist, dafs man einen Tempel oder irgend ein Gebäude, nur 100 Fufs von der Küste entfernt, mit seinem Boden 1 Fufs tief unter das Niveau des Meeres eingesenkt haben werde, so geht aus diesem Allen deutlich hervor, dafs die Küste hier seit der Erbauung des Tempels zuerst um mehr als 23 Fufs niedergesunken, dann aber, nachdem sie lange Zeit in dieser Stellung verblieben, gerade um 23 Fufs wieder gehoben worden ist.



Diese Senkungen und Hebungen sind offenbar Resultate von Erdbeben, und zwar scheint die letztere mit der Entstehung des Monte nuovo im September 1538 zusammenzufallen, welche nach alten Beschreibungen mit heftigem Erdbeben und einem Zurückweichen des Meeres verbunden war. Die Senkung kann nach den in dem Atrium des Gebäudes gefundenen Inschriften nicht wohl vor dem dritten Jahrhundert erfolgt sein und fällt vielleicht mit dem Ausbruch der Solfatara im Jahre 1198 zusammen. Da man aber durch Nachgrabungen 5 Fufs tief unter dem jetzigen Marmorfufsboden einen anderen kostbaren Mosaikfufsboden gefunden hat, so geht daraus deutlich hervor, dafs eine frühere Senkung schon einmal die Erhöhung des Fufsbodens nöthig gemacht hat. (Vergl. Lyell, *princ. of geology* Vol. I. Cap. 25.)

§. 27. *Langsame Hebung oder Senkung des Landes.* — Es wird hier die passendste Gelegenheit sein, gewisse andere, so zu sagen, vor unseren Augen erfolgende Niveauveränderungen des Landes zu erwähnen, die aber, wie es scheint, nicht ruckweise und mit sehr merkbaren Erschütterungen verbunden, sondern sehr allmälig und vielleicht über grofse Zeiträume ziemlich gleichmäfsig vertheilt erfolgen.

Vor länger als einem Jahrhundert hat der schwedische Naturforscher Celsius die Behauptung ausgesprochen und durch viele Thatsachen zu beweisen gesucht, dafs der Spiegel der Ostsee und des ganzen nördlichen Oceans in allmäligem Sinken begriffen sei. Es ist diefs ein ganz allgemeiner Glaube der Küstenbewohner Schwedens, weil sie täglich sehen, dafs die alten Wasserstandszeichen vom Meeresspiegel nicht mehr erreicht werden und um so höher darüber liegen, je älter sie sind, dafs Klippen, die früher bedeckt waren, neu hervortreten, dafs deutliche Küstenbildungen des Meeres, Auswaschungen, Muschelbänke u. dergl. jetzt hoch auf dem Lande liegen, und dafs alte Gebäude, die offenbar dicht an das Ufer gebaut worden sind, jetzt weit davon entfernt stehen und deshalb ihrem Zwecke zum Theil nicht mehr entsprechen. Diese Thatsachen sind unleugbar, ihre richtige Deutung wurde aber erst zu Anfang dieses Jahrhunderts in England durch Playfair und in Deutschland durch L. v. Buch ausgesprochen.

Da nämlich das Zurückweichen des Meeres nicht überall gleich grofs ist und an den benachbarten Küsten Dänemarks schon durchaus nicht mehr beobachtet wird, so kann kein Sinken des Meeresspiegels, welches ganz allgemein und überall gleichförmig sein würde, die Ursache davon sein. L. v. Buch sprach deshalb nach seiner Rückkehr aus Scandinavien 1807, ohne mit Playfair's gleicher Ansicht bekannt zu sein, die Ueberzeugung aus, dafs das ganze Land von Friedrichshall in Schweden bis nach Abo in Finnland und vielleicht bis Petersburg in langsamen und für jeden Zeitmoment unmerklichem Emporsteigen begriffen sei.

Der englische Geolog Lyell, welcher diese Behauptung bezweifelte, untersuchte deshalb die betreffenden Küstenstriche im Jahre 1834 mit der gröfsten Sorgfalt selbst und überzeugte sich dadurch auf das Vollkommenste von der wirklich stattgehabten und höchst wahrscheinlich noch fortdauernden allmäligen Erhebung des Landes. In seinem ausführlichen Berichte über die Sache, welcher in den *Philosophical transactions* für 1835 abgedruckt wurde und in Poggendorff's Annalen d. Phys. und Chem. 1836 B. 38 übersetzt erschien, hat er eine solche Menge aufserordentlicher und vortrefflich beobachteter Thatsachen niedergelegt, dafs nun Niemand mehr an der allmäligen Erhebung des untersuchten Landstriches zweifeln kann. Zugleich berichtete Lyell bei dieser Gelegenheit auch über Spuren einer früheren temporären Senkung des Landes, welche bei Grabung eines Kanales vom Mälarsee nach der Ostsee durch eine Fischerhütte dargethan wurde, deren Boden sich 60 Fufs dick mit deutlichen Meeresschichten bedeckt, dennoch aber über das Niveau des Meeres erhoben fand. Die langsame Hebung selbst scheint in den letzten 100 Jahren an einigen Orten etwa 1 Fufs, an anderen gegen 2 Fufs, nach Hallström sogar bis über 4 Fufs betragen zu haben, und ähnlich für mehre Jahrhunderte rückwärts. Es finden sich jedoch Meeresproducte der Jetztwelt 100 Fufs und selbst 600 Fufs über dem gegenwärtigen Meeresspiegel, welche wohl ein theilweise schnelleres Emporsteigen voraussetzen lassen.

Sowie von einem Theile Skandinaviens und Finnlands die fort-

dauernde Erhebung, so ist von Grönland das fortdauernde allmälige Sinken durch mehre Thatsachen nachgewiesen, und ähnliche Vorgänge scheinen auch noch in anderen Erdgegenden stattzufinden.

Namentlich hat Ch. Darwin in seinem vortrefflichen Werke: *the structure and distribution of coral reefs* (*London* 1842) nachgewiesen, wie man aus dem besonderen Bau der Koralleninseln und Korallenriffe deutlich erkennen kann, dafs in der Südsee gewisse Theile des Meeresbodens sammt den hervorragenden Inseln einer fortdauernden Hebung, andere einer fortdauernden Senkung unterworfen sind.

Ob nun diese langsamen Hebungen und Senkungen des Landes denselben Ursachen zuzuschreiben sind, wie die ruckweisen mit Erdbeben verbundenen, das hat freilich noch nicht mit Bestimmtheit ermittelt werden können, doch werden wir am Schlusse dieses Abschnittes sehen, dafs sie sich mit einer gewissen Erklärungsweise der vulkanischen Erscheinungen überhaupt unschwer vereinigen lassen. Vorher müssen wir jedoch zur Betrachtung der vulkanischen Thätigkeit im engeren Sinne übergehen.

§. 28. *Vulkanische Eruption.* — Die Vulkane der Erde, meist kegelförmige Berge mit trichterförmigen Vertiefungen (Kratern) auf ihrer Höhe, befinden sich entweder im Zustande verhältnifsmäfsiger Ruhe oder in dem der Eruption. Im ersteren Zustande unterscheiden sie sich von gewöhnlichen Bergen, aufser durch ihre oft auffallende Form, meist auch noch dadurch, dafs an vielen Orten durch Spalten oder andere Oeffnungen Wasserdämpfe und allerlei Gasarten (besonders kohlensaueres Gas, schwefeligsaueres Gas, Chlorwasserstoffgas u. s. w.) aus denselben hervordringen, durch deren Wärme zugleich oft eine erhöhte Temperatur des ganzen Berges oder seines Gipfels bedingt wird. Diese Ausströmungen von Gasarten erfolgen am häufigsten im Krater oder in dessen Nähe, der übrigens in vielen Fällen defshalb noch nicht ganz unzugänglich ist. Zu diesen ruhenden Vulkanen, die sich den gänzlich erloschenen unmittelbar anreihen, gehören auch die sogenannten Solfataren, deren berühmteste die bei Neapel ist, welche sich vom benachbarten Vesuv in seinen Ruheperioden im Grunde nur durch flachere eingestürzte Form und dadurch

unterscheidet, dafs sie sich als Vulkan schon seit sehr langer Zeit im Zustande verhältnifsmäfsiger Ruhe befindet, während durch die fortdauernden Gasexhalationen die vulkanischen Gesteine, aus denen dieser alte Krater besteht, in hohem Grade zersetzt und verändert (metamorphosirt) sind.

Geht nun ein Vulkan aus dem Zustande der Rnhe in den der Thätigkeit oder Eruption über, so treten zuerst Erdbeben-Erschütterungen ein, die sich über sehr ungleiche Flächenräume ausbreiten, dann erfolgt durch aufserordentliche Steigerung der Dampf- und Gas-Ausströmungen eine Reinigung des Kraters, der sich dadurch in einen offenen Schlund von ungemessener Tiefe verwandelt, während die ihn ausfüllenden Schlacken oder anderen vulkanischen Steintheile hoch in die Luft geschleudert werden, eine Dampf- und Aschen- oder durch brennende Gasarten eine Feuergarbe bildend, wobei zugleich in der Regel heftige elektrische Entladungen durch Blitze hervorgebracht werden. Nach dieser Kraterreinigung oder Eruption in engerem Sinne steigt in dem Schlund eine heifsflüssige Lavasäule auf, von der durch Gas- und Dampfexplosionen fortwährend gröfsere oder kleinere Theile als **Bomben**, als **Lapilli**, oder als feine vulkanische **Asche** in die Luft geschleudert werden, um wie jene ersteren ausgeworfenen Massen im Umkreise des Berges niederzufallen, oder auch von Winden weit fortgeführt zu werden. In beiden Fällen mischen sie sich zuweilen mit Wasser und bilden geschichtete Sedimente (vulkanischen Tuff). Die Lavasäule selbst strömt bei den kleineren Vulkanen zuweilen über den Kraterrand, oder dringt (bei den gröfseren gewöhnlich) durch aufgerissene Spalten als echtes **Eruptivgestein** am Abhange des Berges hervor und ergiefst sich von da als **Lavastrom** abwärts. Das ist das letzte der drei Haupt-Stadien vulkanischer Thätigkeit: **Erschütterung**, **Auswurf** und **Lavaergufs**. Die Dauer und das gegenseitige Verhältnifs dieser einzelnen Stadien ist aber bei den verschiedenen Eruptionen sehr ungleich. Ein paar Beispiele, welche zugleich die erste Entstehung neuer Vulkane darstellen, mögen dazu dienen, diese ganz allgemeine Schilderung weiter auszuführen.

Entstehung der Insel Ferdinandea. — Etwa 2 Mei-

len von Sciacca auf der sicilianischen Küste erschien im Jahre 1831 mitten im Meere eine neue Insel. Ihrer Erscheinung unmittelbar vorher gingen einige nicht sehr bedeutende Erdstöfse, welche 5 Tage lang vom 28. Juni bis zum 2. Juli die Bewohner von Sciacca in Schrecken setzten. Man ahnte damals durchaus nicht die Bedeutung dieser Erdstöfse; nach dem letzten derselben begann indefs wahrscheinlich der Ausbruch, welcher die neue Insel erzeugte, auf dem Meeresgrunde an einer Stelle, welche nach zuverlässigen Angaben etwa 600 bis 700 Fufs tief war. Das erste Erscheinen der dadurch erzeugten Beunruhigung an der Oberfläche des Meeres war bereits am 8. Juli durch ein vorübersegelndes Schiff wahrgenommen worden; man beschrieb dieselbe wie das Erheben einer grofsen Wassermasse, welche unter donnerähnlichem Getöse etwa zehn Minuten lang aufwärts sprudelte und dabei eine Höhe von 80 bis 90 Fufs erreichte. Sie sank dann nieder und wiederholte sich auf derselben Stelle in unregelmäfsigen Zeitabständen von 15, 20 bis 30 Minuten, während sich aus ihr eine dicke Rauchwolke entwickelte, welche den ganzen Horizont einhüllte. Die Aufregung des Meeres in der Umgebung war sehr grofs; viele todte Fische schwammen umher.

An der Küste von Sicilien sah man am Morgen des 12. Juli zuerst eine grofse Menge kleiner fein-poröser Schlackenstücke umher schwimmen, welche ein frischer Südwestwind herbeitrieb. Man roch gleichzeitig auffallenden und lästigen Schwefelwasserstoffgasgeruch. Am 13. Juli mit Tagesanbruch sah man am Meereshorizont eine hoch aufsteigende Rauchsäule und am Abend eine Feuererscheinung in derselben, welche die Bewohner von Sciacca nicht mehr zweifeln liefs, dafs ein vulkanischer Ausbruch sich ereignet habe. Von Zeit zu Zeit hörte man ein donnerähnliches Getöse herüber tönen. Friedrich Hoffmann, welcher, damals gerade in Sicilien anwesend, sich am 24. Juli der Eruption zur See bis auf eine Viertelstunde näherte und dem wir schon das Obige entlehnten, beschrieb die ganze Erscheinung ferner, wie folgt: Wir sahen deutlich, dafs die hervorgetretene noch flache schwarze Insel den Rand eines kleinen Kraters von etwa 600 Fufs im Durchmesser bildete,

welcher in fortwährenden Ausbrüchen begriffen war und sich dadurch sichtlich immer höher und höher hervorarbeitete, indem die ausgeworfenen Massen sich regelmäfsig und nur durch die Windrichtung modificirt um ihn aufschütteten. Aus der Mündung dieses Kraters stiegen zunächst ununterbrochen und mit grofser Heftigkeit, doch geräuschlos, grofse Ballen von schneeweifsen Dämpfen auf. Sich aneinander kettend und einander durchrollend, bildeten dieselben eine besonders im Sonnenschein überaus prächtige, glänzende Säule, deren Erhebung über dem Meere wir mit Wahrscheinlichkeit auf 2000 Fufs schätzten. Durch diese geräuschlos stets emporwirbelnde Rauchsäule schossen dann und wann schnell vorüber gehend schwarze Schlackenwürfe, welche die Dampfwolken mannichfach durcheinander rollten; das Prachtvollste der ganzen Erscheinung zeigte sich in den von Zeit zu Zeit erfolgenden heftigeren Ausbrüchen schwarzer Schlacken-, Sand- und Aschenmassen. Unmittelbar unter und neben der weifsen Rauchsäule erhob sich dann furchtbar drohend, oft bis zu 600 Fufs und darüber, eine dichte schwarze Rauchsäule, welche an ihren oberen Enden sich garbenförmig ausbreitete. In derselben war ein ununterbrochenes heftiges Arbeiten der stets von Neuem wieder hervorgeschleuderten Sand-, Aschen- und Steinmassen bemerkbar, welche zu Tausenden an ihrem Umfange rings umher flogen und herabstürzten. Jeder Stein, welcher durch den erhaltenen Schwung etwas weiter flog als die Hauptmasse, führte einen Schweif schwarzen Sandes hinter sich her, und es entstanden dadurch merkwürdige strahlenförmige Gruppirungen, wie Raketenbüschel von dunkler Farbe, oder wie Cypressenzweige, welche einen unbeschreiblich schönen Anblick gewährten. Während der ganzen Dauer dieses drohenden Phänomens zischte das Meer von den zahlreichen in dasselbe niederfallenden offenbar stark erhitzten Sand- und Aschenmassen; weifse Dampfwolken stiegen rings aus demselben empor und entzogen bald die Insel unseren Blicken. Inzwischen liefs sich ein Platzen und Rasseln der in der Luft aneinander schlagenden Steine und ein Rauschen wie das eines niederfallenden Hagelschauers oder heftigen Regengusses vernehmen. Keine Flammen fuhren

aus dem Krater und kein Leuchten war in demselben erkennbar, dagegen sah man in den Augenblicken hoher Steigerung des Auswurfes eine grofse Zahl von oft hellleuchtenden Blitzen durch die schwarze Aschensäule hin- und herzucken, und einem jeden derselben folgte deutlich ein lauter und lange anhaltender Donner, welcher, von fernher gehört, oft ein gleichförmig fortrollendes Getöse zu sein schien. So dauerte diese majestätische Erscheinung wechselnd oft nur 8 — 10 Minuten und selbst bis nahe an eine Stunde lang ununterbrochen fort, dann verschwand sie, und es trat eine minder lange Periode der Ruhe ein, während welcher nur das Ausstofsen der Dampfballen fortdauerte.

Diese Reihenfolge von Ausbrüchen schüttete die neue Insel, welche man unter anderen mit dem Namen Ferdinandea belegte, in kurzer Zeit bis zur Höhe von etwa 200 Fufs über dem Meere und bis zu einem Umfange von einer Viertelstunde auf, und nachdem sie immer schwächer und schwächer geworden waren, endigten sie am 12. August, etwa einen Monat nach ihrem Anfange. Die neue Insel konnte nun gefahrlos betreten und von den Engländern in Besitz genommen werden, doch übten die Wellen des Meeres an den überall frei aus ihnen hervorragenden lockeren Sand- und Schlackenbergen so wirksam und sichtlich ihre zerstörende Kraft, dafs schon im December desselben Jahres nichts mehr von der Insel zu sehen war. Später blieb nicht einmal eine die Schifffahrt störende Sandbank zurück, obwohl am 16. Mai 1833 neue, aber spurlos vorübergegangene Ausbrüche begonnen haben sollen.

Diese anziehende Schilderung Friedrich Hoffmann's schien ganz geeignet, ein Miniaturbild von den zuweilen ungleich grofsartigeren Ausbrüchen der italienischen Vulkane zu geben, welche oft genug in Lehrbüchern und Zeitschriften beschrieben worden sind. Bei ihnen steigt die Auswurfsgarbe manchmal zu weit beträchtlicheren Höhen und ist mit lebhafteren Feuererscheinungen verbunden. Die feurige Garbe des Vesuvs soll 1775 über 3000 Fufs Höhe erreicht und der Aetna soll zuweilen Steine bis zu 6600 Fufs Höhe geschleudert haben. Ein anderer wesentlicher Unterschied der geschilderten kleinen Eruption beruht in dem Mangel einer Lavaergiefsung. Hätte

eine solche auf dem neuen Inselvulkane stattgefunden, so würde er dadurch wahrscheinlich vor dem gänzlichen Wegspülen durch Meereswogen geschützt worden sein. Ferdinandea scheint, wie die im Jahre 1783 an der Küste Islands für kurze Zeit sichtbare Insel eine von den nicht durch Erhebung des Bodens, sondern nur durch Anhäufung vulkanischer Auswürflinge entstandenen Inseln gewesen zu sein; deshalb kann sie nicht mit jenen wahren Erhebungsinseln verglichen werden, die ebenfalls durch vulkanische Thätigkeit in historischer Zeit emportraten, aber aus älteren, zuweilen nicht einmal vulkanischen Gesteinen bestehen. Solche dauernde Inseln sind z. B. in dem Golf von Santorin und in der Nähe der ebenfalls vulkanischen Insel Umnak (zu den Aleuten gehörig) bekannt.

Entstehung der Jorullo. — Ein anderes Beispiel von einem sehr grofsen und eigenthümlichen vulkanischen Ausbruche bietet die Entstehung des Jorullo in Mexico im Jahre 1759 dar. Im Juni jenes Jahres liefs sich in der damals ebenen und fruchtbaren Gegend ein entsetzliches unterirdisches Brüllen hören, von häufigen Erdstöfsen begleitet; diefs dauerte über 50 Tage lang, bis endlich im September Flammen aus der Erde emporkamen und Bruchstücke von glühenden Felsen zu einer ungeheueren Höhe emporgeschleudert wurden. Sechs aus Schlacken und Lavatrümmern bestehende und ähnliche Producte um sich her schleudernde vulkanische Hügel wurden in einer Linie auf einer Spalte gebildet, die sich von NNO noch SSW erstreckte. Der letzte von diesen Kegeln war 300 Fufs hoch, und Jorullo, der Centralvulkan, erhob sich in dieser kurzen Zeit 1600 Fufs über die Ebene. Aus ihm ergossen sich mächtige Lavaströme mit eingeschlossenen Bruchstücken älterer Gesteine, und diese Ausbrüche hörten erst im Februar 1760 auf. Alexander v. Humboldt, der den Berg 43 Jahre später besuchte, hörte von den Indianern, dafs, als sie lange nach der Katastrophe zurückkehrten, sie den Boden wegen der ungeheueren Hitze unbewohnbar fanden. Rings um den Fufs der Kegel und von ihnen, als einem Mittelpuncte aus, über einen Raum von 4 Quadratmeilen, war der Boden um 550 Fufs in convexer Gestalt erhöht, zwei kleine Flüsse waren

verschwunden, sie verloren sich unter dem östlichen Ende dieser Erhöhung und schienen auf der Westseite als heifse Quellen wieder hervorzutreten. Die Temperatur dieser gewölbten Erhöhung, des sogenannten „Malpais", war 1803 noch sehr heifs, und in einigen Spalten konnten damals noch Cigarren angezündet werden. Auf dem Malpais erhoben sich, aufser den 6 gröfseren, Tausende von nur 6 bis 9 Fufs hohen, aus Lavakugeln bestehenden Kegeln, sogenannte Hornitos (Oefen), die nebst grofsen, die Oberfläche durchsetzenden Spalten Wolken von schwefelsaueren und Wasserdämpfen ausstofsen.

§. 29. *Aufschüttungs- und Erhebungskrater.* — An die Schilderung der Eruption des Jorullo wird sich sehr passend eine Erörterung über Aufschüttungs- (Auswurfs)- und Erhebungs-Krater anschliefsen, da eben dieser Vulkan die Zweifel hierüber sehr vermehrt hat, indem die Einen das Malpais der Hauptsache nach für das Resultat übergeströmter und ausgeworfener Laven- und Schlackenmassen, die Anderen aber für das Resultat einer Erhebung des schon fertigen ursprünglichen Felsbodens hielten.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dafs durch Aufschüttung und Ueberströmen von Schlacken und Laven vulkanische Kegel um eine Krateröffnung herum, wie in dem Falle der Insel Ferdinandea, aufgehäuft oder vergröfsert werden; das sind dann Aufschüttungs-Kegel oder Krater. Aber eben so wenig kann es bezweifelt werden, dafs auch durch Erhebung (Auftreibung) der ursprünglich oberen Oberfläche vulkanische Kegel- und Kraterränder — Erhebungskrater — gebildet worden sind. Nur über die factische Ausdehnung beider Vorgänge konnte demnach eine Differenz der Ansichten entstehen, indem die Einen fast alle Vulkane ihrer ganzen Masse nach für allmälig aufgeschüttet, die Anderen aber für allmälig oder plötzlich erhoben hielten. Bei weitem die grofsartigeren Wirkungen dieser Art haben sich, wie es in der Natur der Sache liegt, als Resultate von Erhebungen ergeben, und L. v. Buch hat sehr deutlich nachgewiesen, wie alle jene äufseren, mehr oder weniger ringförmigen und concentrischen Wälle, von denen viele thätige und einige erloschene Vulkane umgeben



sind, nichts Anderes sein können, als um einen Erhebungsmittelpunct herum aufgerichtete Ränder (Erhebungskrater), so die Somma für den Vesuv, an der sich der Vorgang durch Miterhebung gewisser mariner Ablagerungen nachweisen läfst, der vulkanische Berg- und Inselkreis, welcher den Golf von Neapel umschliefst, die Ringgestalt der Insel Santorin u. s. w. Diese Ringwälle oder Ringgebirge erinnern oft lebhaft an die zum Theil ungleich gröfseren und deutlicher ausgeprägten Ringgebirge des Mondes. Wenn diese letzteren einen weit reineren vulkanischen Typus ausdrücken, so kann das nicht Wunder nehmen, wenn man bedenkt, dafs bei Gestaltung der Mondoberfläche die vulkanische Thätigkeit wahrscheinlich die vorzugsweise herrschende war und nicht, wie auf der Erde, durch atmosphärische und Wasserwirkungen modificirt und zerstört wurde.

§. 30. *Besondere Aeufserungen vulkanischer Thätigkeit.* — Einige sogenannte Vulkane weichen in ihrer Eruptionsthätigkeit von dem oben geschilderten normalen Verlaufe ganz ab; dahin gehören die sogenannten Luft-, Schlamm- und Wasservulkane, im Ganzen ziemlich seltene Erscheinungen, die zum Theil wohl durch ähnliche Ursachen bedingt, aber in ihren Wirkungen durch besondere Umstände so wesentlich modificirt sein mögen, dafs ihre Thätigkeit der echt vulkanischen kaum an die Seite gestellt werden kann. Die Eruption erfolgt auch bei ihnen offenbar durch aus dem Erdinnern aufsteigende Dämpfe oder Gasarten, welche aber statt glühender Lava nur Schlamm oder trübes Wasser mit sich emporreifsen und entweder zu kleinen Kegeln aufhäufen oder in Strömen ergiefsen, denen dann die Moja (der getrocknete Schlamm) ihre Entstehung verdankt. Es finden sich hierzu gehörige Erscheinungen bekanntlich in Italien, in Sicilien, am

kaspischen Meere, auf der Halbinsel Tanan, auf Java und Trinidad und bei Turbaco unweit Cartagena (siehe die Skizze). Die



ausströmenden Gasarten sind gewöhnlich Schwefelwasserstoffgas, Kohlenwasserstoffgas, kohlensaueres Gas, oder Stickgas, das begleitende Wasser ist zuweilen salzig oder enthält Bitumen beigemengt, der Schlamm enthält manchmal Meeresthiere, namentlich Fische, was dann offenbar einen unterirdischen Zusammenhang mit dem Meere andeutet. Uebrigens sind diese sogenannten Luft-, Schlamm- und Wasser-Vulkane fast noch mehr den Gas- und Mineralquellen zu vergleichen, als den echten Vulkanen, wobei aber nicht übersehen werden darf, dafs offenbar alle diese Phänomene in einem gewissen ursächlichen Zusammenhange stehen.

§. 31. *Gegenwärtige Verbreitung der vulkanischen Thätigkeit.* — Die Vulkane sind nicht gleichförmig über die Erdoberfläche verbreitet, sie liegen vielmehr in gewissen Gruppen oder in Gürteln beisammen, während dazwischen sehr grofse Landstriche von vulkanischer Thätigkeit frei sind. L. v. Buch, dem wir in dieser, wie in so vielen anderen Be-

ziehungen die wichtigsten Arbeiten verdanken, unterschied zuerst Centralvulkane und Reihenvulkane. Zu den ersteren gehört z. B. die Vulkangruppe des mittelländischen Meeres, deren Hauptrepräsentanten der Aetna, der Vesuv und die liparischen Inseln sind. Eine ähnliche Gruppe bilden die Vulkane Islands mit dem Hekla, die des Ararat in Kleinasien, die des Peschan in Centralasien, die der Canarischen und die der Capverdischen Inseln. Kurz fast alle Vulkane der sogenannten alten Welt liegen in solchen Gruppen beisammen. Auf der anderen Hemisphäre finden wir sie dagegen fast durchgehends in Reihen oder Gürtel geordnet, so vor allem die Riesenvulkane der mächtigen Andeskette. Vom Janteles in Patagonien beginnend, folgen die Vulkane Chiles (Osorno, Cura, Antuco, Chillan, Aconcagua u. s. w.), Perus (Gualatieri, Chungara, Chipicani u. s. w.), Quitos (Cotopaxi, Antisana, Tolima u. s. w.), Guatemalas und Mexikos bis zum Jorullo, in einer fast zusammenhängenden Reihe, wie auf einer grofsen Hauptspalte gelegene vulkanische Essen. Eben so reihen sich die Vulkane der Antillen in einer regelmäfsig gekrümmten Linie aneinander.

An jenen in Mexiko verlassenen Hauptgürtel schliefsen sich dann in seiner nordwestlichen Verlängerung die mehr vereinzelten Vulkane in Californien, im Columbia, der Edgecombe u. s. w. an, um eine Art von Verbindung mit den Aleuten herzustellen deren viele Vulkane wieder ganz entschieden in einer langen Reihe liegen. Jenseits des Behrings-Meeres finden wir diesen ungeheueren, bis hierher fast halbkreisförmigen Vulkanengürtel fortgesetzt durch die Vulkane Kamschatkas, der Kurilen und der Inseln Japans. Die Schwefelinsel stellt hierauf eine Verbindung mit der vulkanischen Insel Formosa her, und von da setzen die vulkanischen Philippinen und Molucken den Gürtel fort, der sich beinahe am Südende der letzteren in zwei Arme spaltet, von denen der östliche als westaustralische Reihe über Neu-Guinea und Santa Cruz nach Neu-See-Land fortgeht, während der westliche in noch gedrängterer und vollendeterer Reihe über die Sunda-Inseln, bis an das nordwestlichste Ende von Sumatra, oder sogar bis zur Barren-Insel reicht. Durch jenen gegen Cap-

Horn gerichteten östlichen Arm wird gewissermafsen eine unvollendete Kreisform des Vulkanengürtels angedeutet, der den grofsen Ocean fast rings umschliefst, in dessen Innerem wieder einzelne vulkanische Inselgruppen, wie die Ladronen, die Sandwichsinseln, die Freundschaftsinseln, die Societätsinseln u. s. w. auftreten.

Aufser diesen Gruppen und Gürteln finden sich hie und da auch noch sehr vereinzelte Vulkane wie der Clement auf Feuerland, der Bridgman auf den Shetland-Inseln, der Tair im rothen Meere und einige oben nicht genannte Vulkane Asiens.

Man hat diese Vulkangruppen und Vulkangürtel, sowie die durch die bisherige Erdbebenbeobachtungen erkannten ihnen zugehörigen Erschütterungskreise auf besondere Karten aufgetragen, wodurch sich der innige Verband von Vulkanen und Erdbeben vorzugsweise deutlich herausstellt. Zugleich ergiebt sich aus einer, einigermafsen aufmerksamen Betrachtung solcher Karten, dafs die von vulkanischer Thätigkeit (Erdbeben und Eruptionen) am wenigsten heimgesuchten Länder die äufserlich und innerlich einförmigsten sind, so der gröfste Theil Afrikas, das ganze europäische und grofsen Theils das asiatische Rufsland, Grönland, der Osttheil Südamerikas und vielleicht auch der Norden Nordamerikas und Australien. Dieser Umstand und das gewöhnliche Zusammenvorkommen erloschener und thätiger Vulkane deuten eine gewisse locale Constanz der vulkanischen Thätigkeit an.

§. 32. *Theorie der vulkanischen Thätigkeit.* — Alexander v. Humboldt und neuerlich Ch. Darwin haben den grofsartigen Zusammenhang der Aeufserungen vulkanischer Thätigkeit über Tausende von Quadratmeilen hinweg so klar dargelegt, dafs dadurch alle jene Theorieen oder Hypothesen, welche die vulkanische Thätigkeit durch örtliche Ursachen, wie die Entzündung brennbarer Mineralien, zu erklären versuchten, als gänzlich beseitigt zu betrachten sind. Eine wahrhaft wissenschaftlich begründete und vollendete Theorie der vulkanischen Erscheinungen hat man zwar noch nicht erlangt, aber die vorläufig auf jene Beobachtungen basirte ist wenigstens in ihren allgemeinsten

Zügen nicht als ungereimt, sondern vielmehr als sehr wahrscheinlich zu betrachten. Jedenfalls genügt sie für jetzt den Anforderungen der Wissenschaft mehr als die von anderen Standpuncten ausgehenden, welche deshalb nur in dem allgemeinen geologischen Abschnitte flüchtig zu berühren sind.

Nach dieser Theorie bilden die Vulkane, d. h. ihre Krater, mehr oder weniger offene Verbindungswege einer sich im heifsflüssigen Zustande befindenden inneren Region des Erdkörpers, und die Laven sind nichts Anderes als hervorgeprefste Theile jener flüssigen Region. Durch welche besondere Umstände der Wechsel von Ruhe und Thätigkeit der Vulkane bedingt werde, ist zwar noch nicht näher zu bestimmen; nimmt man aber einmal eine heifsflüssige Region des Erdinnern an, wofür offenbar auch die mit der Tiefe zunehmende Wärme des Erdkörpers spricht, so lassen sich gar mancherlei Umstände wenigstens leicht denken, die mehr oder weniger locale und vulkanische Thätigkeit hervorrufen können, so die nothwendige Tendenz der flüssigen Region, Fluthhügel zu bilden, der ungleich auf ihr lastende Druck der festen Kruste, welcher, wenn auch von Haus aus ziemlich constant verschieden, seine Folgen doch allmälig zu einem örtlichen Extrem steigern kann, das mögliche Eindringen von Wasser bis zu jener heifsen Region, wo es in Dämpfe sehr hoher Spannung verwandelt werden mufs, die Nachwirkungen einer einmal irgendwo stattgefundenen vulkanischen Bewegung, welche ebenfalls gewissermafsen bis zu extremer Spannung angehäuft werden können u. s. w. Berechnen lassen sich solche Ursachen und ihre unendlichen Combinationen und Modificationen freilich nicht, aber sie sind recht wohl hinreichend, die ungleichen Perioden vulkanischer Thätigkeit im Allgemeinen zu erklären, sowie die angenommene heifsflüssige Region des Erdkörpers, die, nach der Temperaturzunahme zu schliefsen, mindestens 12 Meilen tief unter der Oberfläche beginnen müfste, recht wohl geeignet ist, jenen grofsartigen geographischen Zusammenhang der vulkanischen Thätigkeitsäufserungen zu erklären. Ja es ist Darwin sogar gelungen, durch diese Voraussetzungen die ungleiche Natur der verschiedenen Erdbeben zu deuten, von denen er die einen

als die Folgen wahrer Eruptivtendenz der flüssigen Region, die anderen als Nachwirkungen, durch das Zusammensinken und gegenseitige Pressen der gehobenen festen Erdkrustentheile veranlafst, betrachtet.

Noch mehr das Detail der vulkanischen Erscheinungen erklären zu wollen, würde der wahren Begründung der Theorie allzusehr vorauseilen.

§. 33. *Geologische Bemerkungen über die vulkanische Thätigkeit.* — Es läfst sich durch die zuverlässigsten Thatsachen erweisen, dafs etwas der heutigen vulkanischen Thätigkeit Analoges seit den frühesten Zeiten sehr mächtig auf die Ausbildung der festen Erdkruste eingewirkt hat, aber eben so unverkennbar ist ein mit dem Alter zunehmender Unterschied in der Art dieser Wirkungen, auf den wir hier sogleich durch einige Bemerkungen aufmerksam machen wollen, ohne deshalb die Ansicht, dafs diese zunehmenden Aenderungen durch allmäliges Erkalten der Erdmasse und Dickerwerden ihrer festen Kruste bedingt worden seien, als eine schon hinreichend begründete hinstellen zu wollen.

Die Unterschiede der Wirkungen im Allgemeinen erkennend, hat man die ältere vulkanische Thätigkeit plutonische genannt. Behalten wir zur leichteren Verständigung diesen Ausdruck bei, so ist nur nöthig, ihn möglichst scharf zu umgrenzen. Oft nennt man alle präadamitische vulkanische Thätigkeit plutonisch, zweckmäfsiger dürfte es aber sein, nur diejenige vorhistorische so zu nennen, der alle wahren Krater und Lavaströme fehlen, da ein wichtiger Unterschied in der Entwickelung vulkanischer Thätigkeit dadurch eingetreten zu sein scheint, dafs dieselbe in gewissem Grade an bestimmte constante Stellen verlegt wurde. Die älteren plutonischen Eruptionen scheinen fast nie mehrmal hintereinander genau auf demselben Wege durch eine gebahnte Krateröffnung stattgefunden zu haben, wenn sie sich auch in derselben Gegend, etwa durch dieselben Hauptspalten der festen Kruste mehrfach wiederholten. Der Eruptionsweg wurde stets durch einen Theil des darin erstarrenden Eruptiv-Gesteins geschlossen, und wenn eine neue Eruption folgte, so mufste sie sich einen neuen Weg,

vielleicht durch das kurz vorher erstarrte Gestein bahnen. Damit fallen dann natürlich auch alle die Auswurfsphänomene und Producte weg, welche nur durch die erste Reinigung des verrollten alten Kraters bedingt werden. Das ist, wie mir scheint, eine wesentliche Abweichung von der jetzigen vulkanischen Thätigkeit, die für die meisten Basalte gültig sein dürfte. Die Annahme (Lyell's), dafs die sogenannten älteren plutonischen Gesteine nur die inneren Verzweigungen echt vulkanischer Eruptionen sein möchten, die durch spätere Hebungen zur Oberfläche gelangten, während ihre ursprünglichen vulkanischen Enden wieder zerstört worden seien, läfst sich, wie wir später sehen werden, durch mancherlei Umstände, und vorzüglich durch die Thatsache widerlegen, dafs sich in keiner Flötzformation, die älter als die Kreide, echt vulkanische, wohl aber in allen viele sogenannte plutonische Gesteine als Geschiebe vorfinden.

Eine Art von Mittelglied zwischen den plutonischen und echt vulkanischen Gebilden stellen die sogenannten erloschenen Vulkane gewisser Gegenden dar, in denen in historischer Zeit keine auffallende und wahrhaft vulkanische Thätigkeit mehr beobachtet worden ist, während doch wahre Krater und Lavaströme zu finden sind, wie in der Eifel und Auvergne. Merkwürdig ist es, dafs diese erloschenen Vulkane sich auch in so fern als Mittelglieder verhalten, als sie in der Regel die Ueberreste nur sehr weniger Eruptionen wahrnehmen lassen. In der Eifel finden sich neben den wahren erloschenen Vulkanen mit Kratern und Lavaströmen, wie dem Mosenberg, auch noch die merkwürdigen sogenannten Maare, kraterförmige, in ihrer Tiefe oft mit Wasser gefüllte Vertiefungen in nicht vulkanischen Gesteinen (Grauwacke), die durch heftige Gasexplosionen aufgerissen zu sein scheinen, wobei nur einzelne umherliegende Schlackenstücke und Kugeln ausgeschleudert worden sein mögen.

Durch alle Zeiten hindurch scheint es ein Gesetz der plutonischen und vulkanischen Thätigkeit gewesen zu sein: je mehr dieselbe bei gleicher Intensität flüssige Gesteinsmasse an die Oberfläche prefste, um so weniger wirkte sie erhebend auf die feste Erdkruste und umgekehrt. Daher findet man in den wenigsten Gebirgen ein Gestein anstehend,

dessen Hervorquellen man die Erhebung des Gebirges zuschreiben könnte. Auf diese Weise hat man, den Erhebungs- und Aufschüttungskratern vergleichbar, Erhebungen, Aufrichtungen ohne Gesteinseruption (sogenannte trockene Hebung), solche mit Gesteinseruption (bei weitem die selteneren) und endlich Gesteinseruptionen ohne Erhebung zu unterscheiden. Zu den letzteren gehören die meisten Basaltberge, deren ganze Masse aus lavaartig hervorgequollenem Gesteinsmaterial besteht, ohne dafs in der Regel bedeutende Erhebungen oder Aufrichtungen der durchbrochenen Gesteine bemerkbar wären. Auf die verschiedenartigen Gesteinsbildungen durch vulkanische Thätigkeit werden wir später noch zurückkommen.

Organisches Leben auf der Erde.

§. 34. *Bedingungen desselben.* — In der Region, wo die drei irdischen Aggregatzustände, das F e s t e, T r o p f b a r-f l ü s s i g e und L u f t f ö r m i g e, sich begrenzen und gewissermafsen durchdringen, da entwickelt sich, wie erwähnt, auf der Erde das organische Leben, und zwar stets da am reichsten und mannichfaltigsten, wo das Ineinandergreifen dieser Zustände am mannichfaltigsten ist. Die Lebensbedingungen für alles Organische auf der Erde sind Luft, Wasser, Erde (Anziehung), eine gewisse Wärme und für die meisten Organismen auch Licht, also gewissermafsen die 4 Elemente der Alten. Je nach der Vertheilung dieser einzelnen Bedingungen sind nun auch die verschiedenen Organismen ungleich vertheilt, da sie je nach ihrer besonderen Organisation v o r z u g s w e i s e auf eines oder zwei dieser Lebenselemente angewiesen sind. Man kann danach unterscheiden, ganz im Allgemeinen: L a n d p f l a n z e n und L a n d t h i e r e, W a s s e r p f l a n z e n und W a s s e r t h i e r e, ferner specieller: eigentliche Landpflanzen und Landthiere (Eiche, Pferd), Erdpflanzen und Erdthiere (manche Pilze, Regenwurm), Land-Luftthiere (Taube), Sumpfpflanzen und Sumpfthiere (Sumpfmoos, Unke), Süfswasserpflanzen und Süfswasserthiere (Wasserlinsen, Fische), eigentliche Meerespflanzen- und Meeresthiere (Seetang, Wallfisch), Bewohner der besonderen Arten des Meeresbodens, des tiefen, flachen, sandigen, schlammigen, klippigen u. s. w.,

Küstenbewohner u. s. w. Diese Unterscheidungen treffen zwar nicht mit den nach den Organisationsstufen von den Botanikern und Zoologen gebildeten Abtheilungen zusammen und klingen fast komisch, sind aber für den Geologen jedenfalls von besonderer Wichtigkeit, weil er mit ihrer Hilfe aus den fossilen Ueberresten von Pflanzen und Thieren auf die Zustände gewisser Gegenden in gewissen Perioden zu schliefsen vermag.

Ebenso lassen sich die Pflanzen und Thiere nach den Temperaturzuständen, welche sie in Anspruch nehmen, abtheilen, und da diese auf unserer Erdoberfläche so ziemlich (s. §. 23) mit den Breitegraden oder mit der Erhebung über die Meeresfläche zusammenfallen, so kann man unterscheiden: Pflanzen und Thiere des Polarkreises, Pflanzen und Thiere der gemäfsigten Zone, Pflanzen und Thiere der tropischen Zone. Diese Zonenunterschiede wiederholen sich in gewissem Grade, wenigstens was die am Boden wurzelnden Pflanzen betrifft, beim Aufsteigen in hohe Gebirge, deren Fufs in der Tropenzone liegt. Aus der Region der Bananen und Palmen gelangt man in dunkle Nadelholzwälder, aus diesen zu den niederen Alpensträuchern und kahlen Flechten, bis endlich zu oberst, wie an den Polen, alle Vegetation aufhört. Freilich sind es nicht genau dieselben Species, die man in den hohen Gebirgen der Tropenzone und in der gemäfsigten und kalten Zone wiederfindet, aber sie zeigen doch einen übereinstimmenden, gemeinsamen Charakter, eine gewisse Verwandtschaft, wie denn auch in den einzelnen Zonen die Pflanzen und Thiere nicht rund um den Erdkörper herum ganz dieselben sind, sondern nur einen übereinstimmenden Charakter der Organisation zeigen, und sich dadurch von denen anderer Zonen etwas mehr unterscheiden, als von denen anderer Länder derselben Zone. Gewisse Pflanzen- und Thier-Species, wie z. B. der Mensch und der Hund, besitzen eine besondere Fähigkeit, unter sehr verschiedenen Klimaten und äufseren Umständen zu leben, und diese Fähigkeit ist mit einer gewissen Plasticität der Form oder Organisation verbunden, welche sich gewissermafsen nach den örtlichen Lebensbedingungen modelt. Die Umgestaltung ist zwar bei dem Individuum, welches seinen Wohnort verändert, kaum bemerk-

bar, sie tritt aber bei den Nachkommen desselben von Generation zu Generation immer deutlicher hervor und ist wahrscheinlich die Ursache der Racenunterschiede, sicher die der gesonderten Nationalitäten.

Manche Thiere entziehen sich in gewissem Grade den sehr wechselnden klimatischen Einflüssen, sie wandern mit den Jahreszeiten von einer Zone in die andere. Auch das ist für den Forscher, der vorweltliche Thierreste untersucht und deutet, sehr beachtenswerth, wie denn überhaupt alle die Beobachtungen, die wir über die Lebenserscheinungen der jetzigen Pflanzen- und Thierwelt machen können, verglichen mit der mehr oder weniger analogen Organisation vorweltlicher Pflanzen und Thiere, auf die wichtigsten Schlüsse über frühere Zustände der Erdoberfläche hinleitet.

§. 35. *Einflufs des organischen Lebens auf Gesteinsbildung.* — Eine andere wichtige geologische Bedeutung erlangen gewisse Organismen durch die Anhäufung ihrer Ueberreste, wodurch in vielen Fällen geradezu Gesteine entstehen, die dann durch eine innere (endogene) Metamorphose immer mehr und mehr ihren organischen Urtypus verlieren. Dahin gehören besonders folgende.

§ 36. *Anhäufungen von Sumpfgewächsen zu Torflagern.* — Die Torflager entstehen durch das Aufeinanderwachsen von Sumpf- oder Wasserpflanzen, besonders einigen Moosarten, deren untere Theile nach und nach absterben und unter Einwirkung von Humussäure einen eigenthümlichen braunen, brennbaren, filzigen oder schlammigen Stoff (Torf) bilden. In einigen Torflagern sind alle pflanzlichen Reste dergestalt verwest und umgewandelt, dafs man ihr früheres Vorhandensein nur noch vermuthen kann; andere bestehen aus noch deutlich erkennbaren Moosarten. Das Wachsthum einiger Torflager scheint geschlossen, während andere auf ihrer Oberfläche noch üppig fortvegetiren. „Im Alt-Warmbrücher Moor unfern Hannover, welches zum zweiten Male abgestochen wird, hat sich der Torf in fünfzig Jahren wieder erzeugt, und seit den letzten dreifsig Jahren ist eine neue Torflage von vier bis sechs Fufs entstanden" (v. Leonhard). Aehnliches beob-

achtet man an den grofsen Torfmooren in der Gegend von Franzensbad bei Eger. Die ausgestochenen Gruben füllen sich in zehn bis zwanzig Jahren vollständig mit neuen Torfpflanzen und dürften in fünfzig bis hundert Jahren wieder aus brauchbarem Torfe bestehen. In den Torflagern bilden sich zuweilen auch Aussonderungen von Gyps, kohlensaurem Kalk, Schwefelkies, Eisenocker, Blaueisenerde, Vitriol, Alaun u. dgl. höchst analog den ähnlichen Mineralausscheidungen in Braun- und Steinkohlenlagern. Andere erdige Theile werden zuweilen durch Wasser eingeschwemmt, und die Schalen darin lebender Infusorien veranlassen bei Franzensbad Kieselguhrbildungen im Torf.

Brongniart unterscheidet drei Arten von Torf:

1) Morasttorf, locker, filzig, zäh, leicht, mit dickem stinkenden Rauche verbrennend. Er findet sich vielfach in morastigen Gegenden der Niederungen und auch der Gebirge. Die Lager erreichen hier und da eine Mächtigkeit von zwanzig bis vierzig Fufs. In der filzigen, vorzüglich aus Moosen und Sumpfpflanzen bestehenden Masse liegen oft ganze Baumstämme mit Aesten und Wurzeln. Die Torfmasse ist je nach den Pflanzen, aus welchen sie besteht, ziemlich verschieden.

2) Landtorf, compact, viel Eisenkies enthaltend und defshalb oft sich selbst entzündend, wodurch dann gewöhnlich Vitriol gebildet wird. Dieser Torf ist älter als der erstere, er umschliefst häufig Süfswassermuscheln und ist von Sand- und Thonlagern bedeckt. Er bildet somit einen Uebergang zu den Braunkohlen und gehört wohl schon mehr der Diluvialzeit an. In Langensalza z. B. fand man 1835 bei'm Graben eines Brunnens Torf mit Baumstämmen, von zwölf Fufs Sand und Geschieben und sieben Fufs Erdboden bedeckt. Auch zu Wittgendorf bei Sprottau in Schlesien ist der auf Süfswassermergel liegende Torf von Sand und Kies überdeckt.

3) Moortorf findet sich an den Meeresküsten, z. B. an der Nordsee, und ist ganz aus Seetangen gebildet. „Ganz besonders reich an Torfmooren ist die grofse norddeutsche Niederung von Holland an bis gegen Preufsen hin, Dänemark umfassend. An den Küsten der Nordsee in Holland, in den nördlichen Theilen von Hannover und im Bremen'schen sind die

Torfmoore in ganz ebenen und wenig über dem Meeresspiegel erhabenen Gegenden sehr ausgedehnt. In den baltischen Ländern kommen sie aber auch in höherem Niveau an den Rändern der vielen Seen vor und überhaupt da, wo durch Versandung von Thälern der Abflufs des Wassers aufgehalten wird und stehende Wasser gebildet werden. So finden sich auch auf Gebirgsplateaus grofse Torfmoore, wo den Wassern auf einer undurchdringlichen Unterlage von Thon der Abflufs fehlt" (de la Bèche). Der Harz, die hohe Venn im rheinischen Schiefergebirge, die Ardennen, die Röhn, das Fichtelgebirge, das Erzgebirge und die Vogesen sind reich an Torfmooren.

Die aufserordentlich grofsen irländischen Torfmoore bewirken zuweilen durch Ueberfüllung mit Wasser locale erdbebenartige Erschütterungen, steigen zu beträchtlichen Hügeln auf und entladen sich endlich des schlammigen Wassers in ungeheuren zerstörenden Strömen.

Es unterliegt keinem Zweifel, dafs die Torfmoore für viele Gegenden Wasserbehälter sind, welche den Stand der Flüsse gewissermafsen reguliren, und ihre Austrocknung hat in dieser Beziehung oft schon nachtheilige Folgen gehabt.

Torfmoore haben auch auf Seen schwimmende Inseln gebildet. Auf dem Gördauer See in Preufsen trieb sich lange eine solche umher, von der Gröfse, dafs hundert Stück Vieh darauf weiden konnten, bis sie endlich im Jahre 1707 durch einen heftigen Sturm in drei Theile zerrissen wurde. Eine ähnliche Erscheinung ist bei Frauensee im Eisenachischen vorgekommen.

Der Torf findet sich auch in den heifsen Zonen; so ist z. B. St. Paulo in Brasilien von Torflagern umgeben. Keferstein bemerkt, es sei höchst merkwürdig, dafs der Torf ebenso selten auf kalkigem Boden liege, als er häufig auf solchem, der viel Kieselerde enthält, gefunden werde.

Auch unter dem Meeresniveau sind hier und da Torfmoore vorhanden, z. B. an den Ostseeküsten bei Greifswalde, Geageland u. s. w. Zuweilen wirft das Meer hier mehre hundert Cubikfufs grofse Torfmassen an das Ufer, die wahrscheinlich in der Tiefe losgerissen worden sind; man nennt dieselben Schwimmtorf.

Im Torfe findet man Früchte, Blätter und ganze Baumstämme, die zuweilen alle nach einer Richtung gekehrt sind, seltener Ueberreste von Thieren und Menschen, die aber oft sehr vollständig erhalten sind. Bei Drenthe in den Niederlanden fand man z. B. die ganze Holzbrücke, welche Germanicus bei seinem Zuge nach Deutschland hatte schlagen lassen.

§. 37. *Untermeerische Wälder.* — An verschiedenen Puncten der Küste von Grofsbritannien und Nordfrankreich finden sich unter dem Wasserstande der Meeresfluth Anhäufungen von Holz und Pflanzen, die mit den jetzt auf dem Nachbarlande wachsenden völlig übereinstimmen. Die Bäume und Pflanzen können an diesen Puncten nicht bei dem gegenwärtigen Niveau des Meeres und Landes gewachsen sein. Diesen Anhäufungen von Hölzern und anderen vegetabilischen Ueberresten, welche bei der Ebbe oder einer zufälligen Entblöfsung des Strandes, oder bei dem Angriffe des Meeres auf niedrige Küstenstriche sichtbar werden, hat man den Namen „untermeerische Wälder" gegeben. Die wahrscheinlichste Ursache dieser Erscheinung liegt in Senkungen des Landes in Folge von Erdbeben oder inneren Bewegungen der Erde (de la Bèche).

§. 38. *Fucusbänke.* — In einigen Meeresgegenden, so namentlich zwischen den Azoren und Antillen, finden sich unermefsliche Anhäufungen von schwimmenden Fucusarten, welche zusammenhängende Vegetationsstrecken mitten im Meere bilden, die sogar der Schiffahrt einige Hindernisse in den Weg stellen. Diese sogenannten Fucusbänke geben zugleich Veranlassung zu der geselligen Ansiedelung vieler anderer Organismen, kleiner Zoophyten, Radiarien, Mollusken, Krebse, Fische u. s. w., theils auf den Pflanzenstengeln selbst, theils zwischen ihrem weit verzweigten Gewebe. Es kann nicht fehlen, dafs eine solche Fucusbank, in fossilen Zustand versetzt, ein ganz eigenthümliches Gesteinslager voll organischer Ueberreste darstellen würde.

Andere Fucusanhäufungen entwickeln sich mehr an den Küsten und Klippen oder auf Sandbänken.

Bei dieser Gelegenheit will ich auch der

§. 39. *Einschwemmungen organischer Reste in*

das Meer — gedenken, welche z. B. von den Riesenströmen Amerikas in erstaunlich grofsem Mafsstabe bewirkt werden. Unter den eingeschwemmten organischen Theilen herrschen, ihrer Natur zufolge, die Baumstämme vor, und diese bilden, den Meeresströmungen überlassen, das sogenannte Treibholz, welches die Küsten einiger Polarländer ziemlich reichlich mit diesem dem Menschen unentbehrlichen Material versorgt, welches die dürftige Vegetation jener Gegenden nicht darzubieten vermag.

Alles Treibholz, das nicht an Küsten angeschwemmt wird, sondern, allmälig vom Wasser ganz durchdrungen, auf dessen Boden sinkt, mufs, wo es in besonders günstig gelegenen Buchten vorzugsweise reichlich zur Ablagerung gelangt, eine vegetabilische Schicht auf dem Meeresboden bilden, und so erblicken wir darin auf's Neue einen Vorgang, welcher die Bildung von Kohlenlagern bedingen kann. Doch werden sich natürlich gewisse Unterschiede auffinden lassen zwischen Kohlenlagern, die durch Torfbildung, durch Versenkung von Wäldern, durch Ueberdeckung von Fucusbänken, oder durch Zusammenschwemmung von Treibholz entstanden sind.

§. 40. *Infusorienlager.* — Im Jahre 1836 entdeckte der Porzellanfabrikant Herr Fischer bei Karlsbad, dafs die sogenannte Kieselguhr aus dem Torflager von Franzensbad fast ganz aus Infusorienschalen zusammengesetzt ist. Seitdem hat sich besonders Ehrenberg der Untersuchung über die Entstehung und Zusammensetzung der Gesteine aus Infusorienschalen bemächtigt und die Resultate derselben in einer aus den Acten der Berliner Akademie besonders abgedruckten Abhandlung über die fossilen Infusorien und die lebendige Dammerde, sowie in seinem grofsen Werke über die Infusorien (1838) und in sehr vielen einzelnen Journalaufsätzen niedergelegt. Er beobachtete Teichschlamm, welcher zu zwei Dritteln aus Infusorien bestand, er sah im Berliner Thiergarten auf den stehenden Wässern handhohe Schichten dieser Thiere in kurzer Zeit entstehen, ja es gelang ihm sogar, den natürlichen Trippel, welcher seinen Untersuchungen zufolge aus lauter Kieselpanzern von Infusorien besteht, durch Ausglühen lebender Infusorien täuschend nachzuahmen. Ein Cubikzoll dieses Trippels enthält nach seiner

Schätzung die festen Schalen von 41,000 Millionen Individuen; dennoch dürfte gar keine lange Zeit nöthig sein, um diese Masse aus einem einzigen Individuum entstehen zu lassen, da diese Thierchen sich so aufserordentlich vermehren, dafs in 48 Stunden aus einem Individuum ungefähr 8 Millionen entstehen können. Später fand er sogar, dafs ein Theil von Berlin auf einer mächtigen, z. Th. noch lebenden Infusorienschicht ruht, und dafs eben dadurch der Einsturz mehrer neuen Häuser bedingt worden ist.

Es ist besonders die Familie der Bacillarien oder Stabthierchen, die aber nach Kütznig's neuesten Untersuchungen nicht dem Thierreich, sondern dem Pflanzenreich angehören sollen, welche fossil gefunden wird und zur Bildung von kieseligen Gesteinen beiträgt, und in ihr sind es vorzugsweise die Gattungen *Xanthidium*, *Pyxidicula*, *Galionella*, *Navicula* und *Bacillaria*. Dagegen sind es besonders mikroskopisch kleine Foramiferen und Korallen, welche einige kalkige Gesteine zusammensetzen. Die Stein- und Schichtenbildungen durch diese Thierchen können theils in Sümpfen und Landseen, theils in Flufsmündungen oder auf dem Meeresboden erfolgen. Die Gesteine, welche bis jetzt als theilweise oder ganz aus Infusorien bestehend erkannt wurden, sind namentlich das Bergmehl von Santofiare, Degenfors und aus der Lüneburger Haide, der Polirschiefer von Cassel, Bilin, Riom in der Auvergne, Jastraba in Ungarn, Zante und Oran, die Kieselguhr von Isle de France, Franzensbad und Kymene Gård, der Saugschiefer von Menilmontant, viele Feuersteine, die Kreide selbst, welche zugleich auch rein mineralische regelmäfsige Kügelchen enthält, vieler Opal, einiges Steinmark, Gelberde und einiger Raseneisenstein, welcher, wie jene, gröfstentheils aus einem eigenthümlichen eisenhaltigen Thierchen, der *Galionella ferruginea*, zusammengesetzt ist. In den Flufsmündungen wird ihre ungemein reichliche Ablagerung und die dadurch vermehrte Versandung und Verschlammung besonders dadurch bedingt, dafs das eindringende Meerwasser die stets zuströmenden Süfswasserthierchen nicht nur tödtet, sondern auch durch Zurückstauen der Strömung zum Niederfallen bringt.

Wenn die Infusorienreste rein ohne Bindemittel aufgehäuft wurden, so bildeten sie jene aus lauter staubförmigen Kieseltheilen bestehenden Massen, Trippel, Polirschiefer und Kieselguhr, welche mehr oder weniger zum Putzen von Metallen geeignet sind, weil die durch sie veranlafsten Ritze höchst fein, dem unbewaffneten Auge ganz unsichtbar sind. Erhalten sie jedoch ein kieseliges, kalkiges oder thoniges Bindemittel, so verschmelzen sie gewissermafsen im Laufe der Zeit mit diesem zu einem homogenen Gestein, in welchem oft nur einzelne Individuen noch deutlich erkennbar sind. Es ist wohl möglich, dafs auch viele ältere Hornsteine und Kalksteine z. Th. aus Infusorienschalen zusammengesetzt und erst durch eine langsame, endogene Metamorphose in ihren jetzigen homogenen Zustand übergegangen sind. Der ganze Vorgang der Gesteinsbildung durch Infusorien ist jedenfalls hochwichtig und verdient eine unausgesetzte Beobachtung; noch manche Gesteine sind in dieser Beziehung näher zu untersuchen, z. B. gewisse Quarzgesteine auf Gängen, da unter Anderem in dem Achat von Schlottwitz bei Dresden unverkennbar Spuren organischen Lebens gefunden werden. Auf der anderen Seite scheint es mir aber doch auch, dafs man den Antheil der Infusorien an der Gesteinsbildung in einer Art von Aufregung über diese merkwürdigen Entdeckungen etwas überschätzt habe.

Sollten wirklich Trachyt, Bimsstein und ähnliche Gebilde Infusorienschalen enthalten, wie Ehrenberg neuerlich gefunden zu haben glaubt?

§. 41. *Korallenriffe und Koralleninseln.* — Die niederen, häufig ringförmigen Inseln des stillen Oceans und des indischen Meeres haben grofsentheils ihr Dasein dem geschäftigen Baue mehrer Korallenarten zu verdanken. Diese Thatsache ist schon längst festgestellt, auch lieferten v. Chamisso in Kotzebue's Reise, sowie Quoy und Gaimard treffliche Schilderungen von der merkwürdigen Form und gegenseitigen Stellung dieser Inseln, welche eben nur das Niveau des höchsten Wasserstandes der Fluthzeit überragen. Die Art und Weise ihrer Entwickelung ist aber erst durch die ausgezeichnete Arbeit Ch. Darwin's (*Coral reefs*, *London* 1842) dar-

gelegt werden, welche zugleich ein helles Licht auf die neuesten geologischen Vorgänge in jenem Meerestheile überhaupt wirft.

Es würde zu viel Raum erfordern, die gründlichen Darstellungen und überaus lichtvollen Folgerungen Darwin's in ihrem streng wissenschaftlichen Zusammenhange mitzutheilen, ich mufs mich vielmehr darauf beschränken, die Hauptresultate dieser Untersuchungen zu berichten, indem ich für deren Begründung durch zahlreiche Thatsachen auf das Originalwerk verweise.

Gewisse Zoophyten, namentlich aus den Gattungen *Millepora*, *Astrea*, *Meandrina* und *Caryophyllia*, leben gesellig, dicht gedrängt neben einander, und ihre kalkigen Gehäuse, die Korallen, bilden steinige Ueberzüge des Meeresbodens, sogenannte Korallenbänke oder Korallenriffe, welche durch diese Thiere aus einer mäfsigen, 100 Fufs nicht viel übersteigenden Tiefe bis zu der Oberfläche des Meeres aufgebaut werden, und zwar, wie es scheint, meist in der Weise, dafs in den verschiedenen Tiefen und Localitäten sich verschiedene Arten entwickeln.

Diese Riffe bildenden Korallen scheinen gegenwärtig auf die Aequatorialzone, zwischen 32° nördlicher und 29° südlicher Breite beschränkt zu sein; übrigens bedürfen sie zu ihrem Gedeihen, wie erwähnt, einen nicht tiefen festen Boden, bewegtes und gehörige Nahrung zuführendes Meerwasser; auch ist die Ablagerung schlammiger oder sandiger Niederschläge ihrem Gedeihen hinderlich.

Unter diesen Bedingungen entwickeln sich jene mannichfaltigen und zum Theil so auffallenden Formen, welche Darwin zwar alle von einander ableitet, aber unter folgende Abtheilungen bringt:

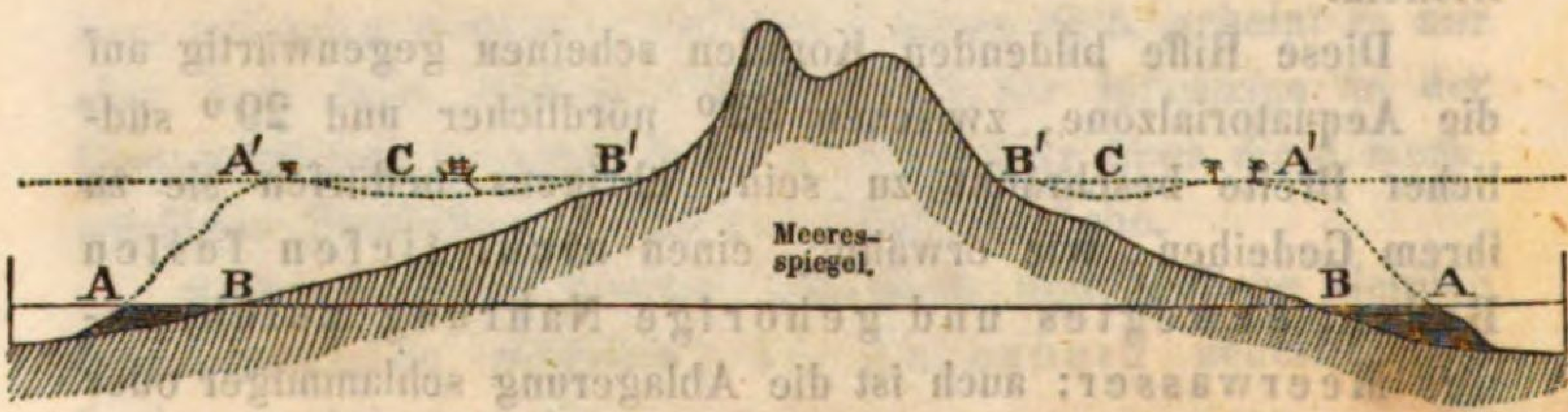
1) *Fringing reefs*, eng an die Küste sich anschliefsende Riffe, oder zum Theil noch untermeerische, zum Theil sogar über das jetzige Meeresniveau gehobene Korallenbänke.

2) *Barrier reefs*, concentrische Riffe, in einiger Entfernung von den Küsten der Inseln oder Festländer bis zur Meeresoberfläche aufragende, aber die Küsten ziemlich parallel umsäumende Korallenriffe.

3) *Atolls*, *lagoon islands*, ringförmige Inseln und Inselgruppen, welche eben nur das Niveau der höchsten Fluthen erreichen und in ihrer Mitte ein meist einige 100 Fufs tiefes Meeresbecken einschliefsen.

Die dicht an die Küste sich anschliefsenden Korallenriffe (*Fringing reefs*) sind die natürlichen Anfänge aller dieser Korallenbildungen. Werden sie durch vulkanische Thätigkeit über das Meeresniveau erhoben, so ist damit ihre Weiterbildung geendet. Man findet dergleichen häufig im rothen Meere, an der Ostküste Afrikas, an den Küsten Madagascars, Sumatras, der Philippinen, Salomons-Inseln, Hebriden und Antillen, und wahrscheinlich ist der flache Meeresboden oft auf grofse Strecken von ihnen überzogen. Ueberall aber, wo Flüsse in das Meer münden, oder andere Umstände den Korallenbau beeinträchtigen, da sind diese Riffe durch offene Canäle unterbrochen.

Der nicht punctirte Theil des nachfolgenden Holzschnittes stellt den idealen Querschnitt einer von einem solchen Korallenriffe A B umgegebenen Felsinsel dar.

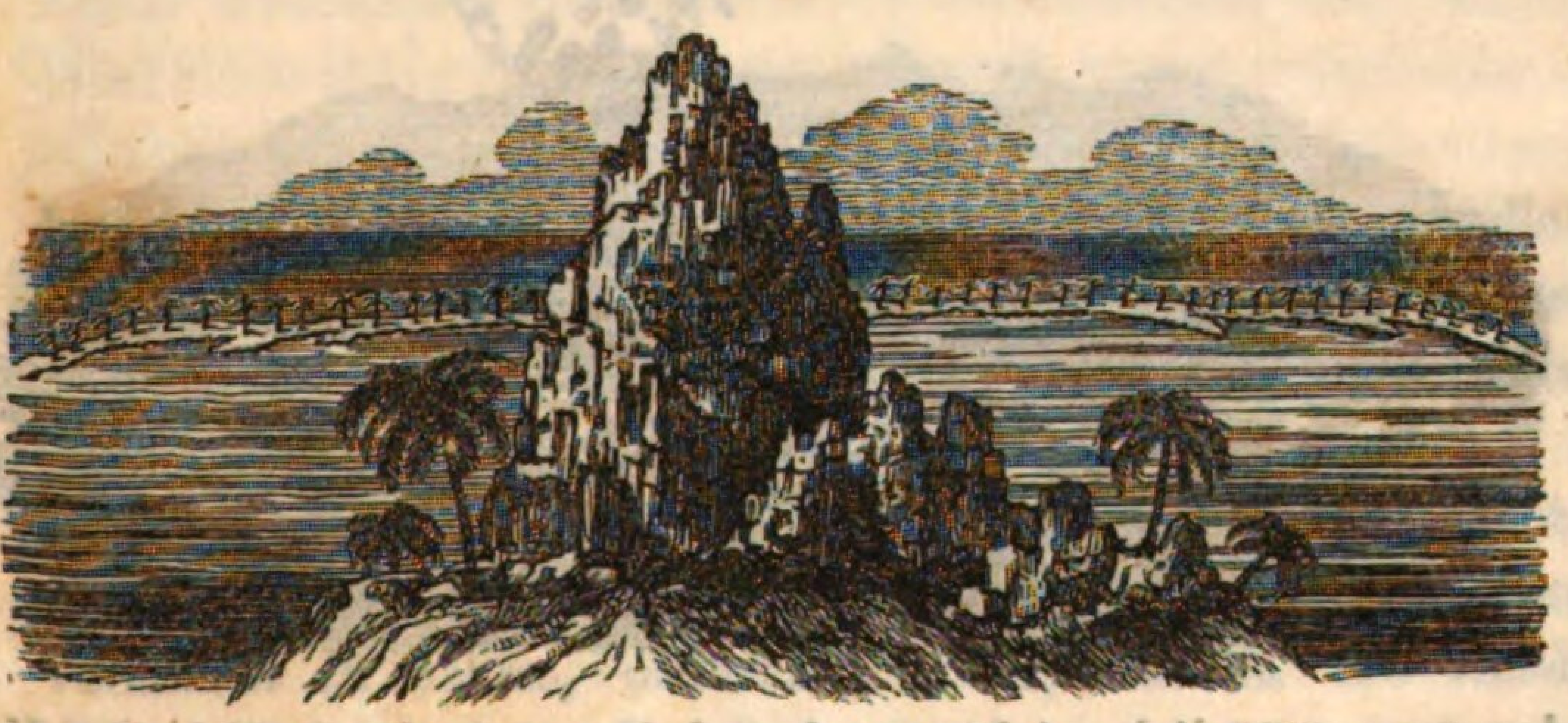


Denken wir uns nun, dafs diese Insel durch ein langsames (vielleicht periodisch ruckweises) Senken der festen Erdkruste dieser Erdgegend in ein solches Niveau komme, dafs nachher die punctirte Linie A′ den Meeresspiegel darstellt, so wird während der langsamen Senkung das Riff zu der punctirten Gestalt A A′ B′ aufwachsen und zwar am äufseren Rande bei A A′ und auf der den Winden am meisten ausgesetzten Seite am schnellsten, weil hier die Brandung der Wellen und die von ihnen zugeführte Nahrung erfahrungsmäfsig dem Korallenwachsthum am günstigsten ist. Deshalb bleibt unter C zwischen dem nunmehrigen concentrischen Riffe und dem Lande ein Wasser-

zwischenraum, der unmittelbar an der Küste bei B′ gewöhnlich durch Anschwemmung zerstörter Küsten- und Rifftheile etwas vom ursprünlichen Lande getrennt gehalten wird. Es gestaltet sich daher die Insel in kartographischer Darstellung ungefähr so wie die nachfolgend abgebildete *Insel Bolabola:*



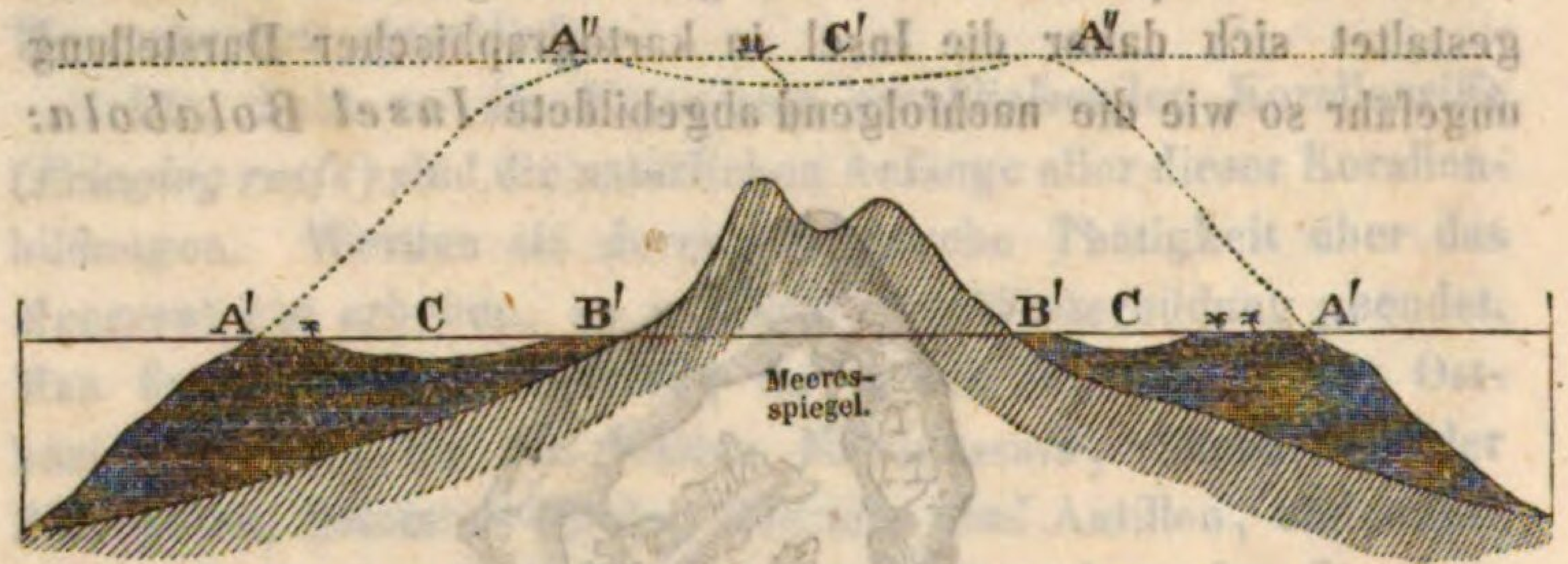
von der uns Darwin auch die folgende Aussicht vom Centralgipfel geliefert hat:



Im idealen Querschnitt aber erscheint dann unsere Insel, wie die nichtpunctirten Linien des nachfolgenden Holzschnittes es darstellen.

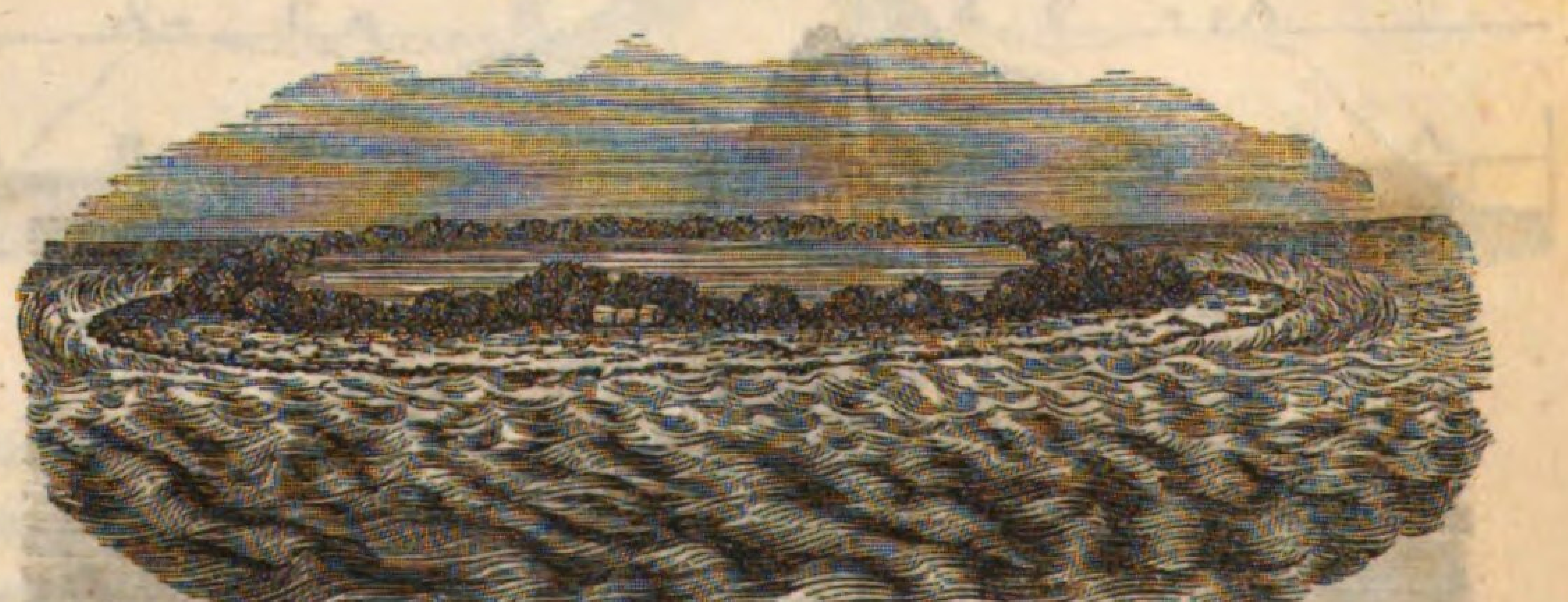
Lassen wir nun aber diese Insel allmälig (ruckweise oder unmerklich) bis zu dem Niveau sinken, dafs die punctirte Linie A″ A″ den Meeresspiegel darstellt, so wird in diesem

Zeitraume (wenn er nicht zu kurz ist) das Korallenriff zu der Höhe der punctirten Linie A′ A″ A″ A′ anwachsen, und da



auch hierbei fortwährend der äufsere Rand der begünstigte ist, so erreicht er zuerst die Meeresoberfläche, während die Lagune in seiner Mitte nur durch langsamer wachsende Zoophyten, oder durch Sedimente, welche zum Theil von der Bewegung des Riffes selbst herrühren, bis zu einer gewissen Höhe, aber nicht bis zum Meeresniveau ausgefüllt wird. So entsteht eine Ringinsel (Atoll), wie z. B.

Whitsunday Island



der man natürlich nicht ansehen kann, wie hoch sich ihr Korallenbau über das Land erhebt, dessen ursprüngliche Gestalt und Ausdehnung man nicht kennt, da sie in jedem Stadium ihres Aufwachsens ein ähnliches Ansehen darbieten wird, in so fern sie überhaupt bereits die Meeresoberfläche erreicht hat. Whitsunday-Island ist eine der kleinsten Ringinseln und bildet, was nur selten zu finden ist, einen ununterbrochenen Landring

mit einer völlig geschlossenen Lagune in der Mitte. Wenn aber, wie das in der Regel der Fall ist, das ursprüngliche Riff gröfserer Inseln oder des Festlandes von den Mündungen der Flüsse oder durch andere Umstände unterbrochen war, so pflanzen sich diese Unterbrechungen gemeiniglich durch alle Senkungs- und Wachsthumsstadien fort und statt eines ununterbrochenen ringförmigen Riffes treten einzelne, concentrisch gestellte Rifftheile an die Meeresoberfläche hervor, die in sich wieder, wenn sie gehörig von einander entfernt stehen, durch schnelleres Wachsthum der Aufsenränder die Bedingungen der Ringbildung enthalten. Durch ihr immer tieferes Sinken entstehen so gewissermafsen Ringe oder Ringinseln wie die Gruppe der

Mahlos



bei denen übrigens auch im Innern der Hauptringe, vielleicht von einzelnen Bergspitzen der ursprünglichen Insel ausgehend, (welche in gewissen Stadien der Senkung selbstständige Inseln bilden mufsten) kleinere Ringinseln aufgewachsen sind. Besonders heftige Strömungen bei ↓ scheinen überdiefs eine Theilung der Haupt-Ringgruppe in drei gesonderte Abtheilungen veranlafst zu haben, dadurch nämlich, dafs an den Rändern dieser Strömung die Korallen vorzugsweise üppig aufwachsen und so zwei doppelte Inselreihen durch den Hauptring quer hindurch veranlafsten.

Auch ein einfaches Riff einer Festlandküste kann durch die erwähnten Umstände in eine Reihe von Ringinseln verwandelt werden. Man vermuthete früher einmal, die Ringgestalt dieser Inseln rühre daher, dafs die Korallen untermeerische Krater-

ränder zu ihrem Wohnplatz gewählt und diese incrustirt hätten. Aber wenn auch nicht ihre Entstehungsgeschichte durch die concentrischen Riffe so klar angedeutet wäre, als sie es ist, so würden doch schon die unregelmäfsige Gestalt, die Wiederholung der Ringform in den einzelnen Theilen der Hauptringe und die ganz gleiche Höhe so unendlich vieler vorauszusetzender Krater derselben Gegend unbedingt gegen eine solche Erklärung sprechen, während auf der anderen Seite die oben entwickelte alle speciellen Eigenthümlichkeiten dieser merkwürdigen Korallenbauten leicht deuten läfst. Zudem zeigt sich auf der von Darwin gegebenen Uebersichtskarte eine überraschende Uebereinstimmung der Vertheilung der verschiedenartigen Korallenbildungen mit der der thätigen Vulkane. In der Nähe der letzteren, welche erfahrungsmäfsig viel häufiger Erhebungen als Senkungen bedingen, zeigen sich fast überall nur die eng anschliefsenden oder die über das Meeresniveau erhobenen Riffe. Entfernt und nur selten gewissermafsen von den vulkanischen Regionen durchsetzt, finden wir die concentrischen Riffe und die Ringinseln, welche ihrer Natur nach, wie wir gesehen haben, auf ein allmäliges Sinken grofser Strecken des Meeresbodens (Senkungsfelder) schliefsen lassen. Die wichtigsten der zu diesen letzteren Klassen gehörenden Inselgruppen sind im indischen Meere die Laccadiven, Maldiven, Lagos und Sava de Malha, im stillen Ocean die Carolinen, Marshal-Inseln, Gilberts-Inseln, Societäts-Inseln und die niederen Inseln. Sie nehmen aufserordentlich grofse Flächenräume ein; sollten sie später einmal durch Wanderung der vulkanischen Thätigkeit über den Meeresspiegel erhoben werden, so müfsten sie eine über Tausende von Quadratmeilen verbreitete ziemlich gleichmäfsige Korallenformation darstellen, deren einzelne isolirte Emporragungen man leicht für Ueberreste eines ursprünglich über den ganzen Flächenraum hin zusammenhängenden Lagers halten könnte, was sie doch nie waren. Vor solchem Irrthum werden wir uns demnach auch bei Beurtheilung vorweltlicher Korallenriffe zu hüten haben, deren Analogie mit den lebenden noch nicht hinreichend untersucht und gewürdigt worden ist.

Die letzte Ausbildung der Korallenriffe zu bewohnten Inseln hat v. Chamisso so trefflich geschildert, dafs ich mich seiner Worte bedienen werde. „Ist das Riff bis zu der Höhe gelangt, dafs es bei niedrigem Wasserstande zur Zeit der Ebbe fast trocken wird, so hören die Korallen auf, höher zu bauen. Muschelschalen, Korallenbruchstücke, Seeigelschalen und deren abgefallene Stacheln vereinigt die brennende Sonne durch den bindenden Kalksand, der durch Zerreibung jener Schalen entstand, zu einem allgemeinen Ganzen, zu einem festen Steine, der, allmälig verstärkt, an Dicke zunimmt, bis er endlich so hoch wird, dafs nur noch in einigen Jahreszeiten hohe Fluth ihn bedeckt. In der Trockenheit durchglüht die Sonne die Steinmasse so sehr, dafs sie an vielen Stellen spaltet und sich in Schichten ablöst. Durch Brandungen bei hohen Fluthen werden diese getrennten flachen Steine gehoben und aufeinander gethürmt. Die immer geschäftige Brandnng wirft Korallenblöcke und Seethierschalen zwischen und auf die Grundsteine. Nun bleibt auch der Kalksand ungefährdet liegen und bietet dem strandenden keimenden Pflanzensamen einen schnell treibenden Boden zur Beschattung seines weifsen blendenden Grundes dar. Auch ganze Baumstämme, von anderen Ländern und Inseln durch die Flüsse entführt, finden hier nach langer Irrfahrt ihren endlichen Ruheplatz. Mit diesen kommen kleine Thiere, Insecten, Eidechsen u. dergl. als erste Bewohner an. Ehe noch die Bäume sich zu einem Walde vereinigen, nisten hier die eigentlichen Seevögel, verirrte Landvögel nehmen ihre Zuflucht zu den Gebüschen, und ganz spät, nachdem die Schöpfung längst geschehen, findet sich auch der Mensch ein, schlägt seine Hütte auf der fruchtbaren Erde, die durch Verwesung von Baumblättern entstand, auf und nennt sich Herr und Besitzer dieser Welt."

Darwin macht aber durch einige Beispiele auch auf den Verfall dieser Inseln aufmerksam. Wenn die Thätigkeit und das Leben der Korallen allmälig erlischt, was durch irgend eine Aenderung der äufseren Lebensbedingungen, z. B. der Strömungen des Meeres, veranlafst werden kann, so wird alles Hervorragende nach und nach von der Brandung zerstört, die

Inseln werden in untermeerische Bänke verwandelt, die Ringform geht theilweise verloren, das Becken wird mit Sedimenten erfüllt. Es würde schwierig sein, sie dann im gehobenen Zustande noch als Ringinseln zu erkennen.

§. 42. *Kothanhäufungen gewisser Thiere.* — Auf einigen nackten Felseninseln, z. B. an der Küste von Peru und an der Westküste Afrikas, nisten so viele Seevögel, dafs ihre Excremente sich zu 20 bis 30 Fufs dicken Kothlagern auf dem Felsboden anhäufen. Man hat diese Kothlager, welche sich z. Th. schon in einer Art fossilen Zustandes befinden, *Guano* genannt und führt sie jetzt vielfach als äufserst kräftigen und besonders ammoniakreichen Dünger in Kulturländer ein (Jahrb. 1844 S. 838 u. 840). Mit diesen Guanolagern lassen sich gewisse vorweltliche Kothschichten vergleichen, z. B. die Saurier- und Fisch-Excremente in der Liasformation bei Limeregis und die Kothanhäufungen in einigen Höhlenräumen.

Meteore.

§. 44. *Blitzröhren und Meteore.* — Blitze bringen weder durch die unmittelbare Wirkung des elektrischen Funkens, noch durch die Schallwellen des Donners bedeutende Veränderungen der festen Erdkruste hervor. Man hat aber doch Spuren der gegen die Erde entladenen Blitze aufgefunden; festes Gestein ist dadurch an der Oberfläche gefrittet und loser Quarzsand zu mehren Fufs langen, in den Boden hinein verzweigten Röhren (Blitzröhren, Fulguriten) zusammengeschmolzen worden. Aber diese Wirkungen sind doch an sich sehr unbeträchtlich und könnten nur dadurch ein höheres geologisches Interesse gewinnen, wenn man einst analoge Spuren, aus vorweltlichen Perioden, z. B. in bedeckten Sandlagerungen, auffinden sollte. [Jahrb. 1825 II. S. 526, 1827 I. S. 558, 1828 S. 886, 1829 S. 679, 1831 S. 82, 1832 S. 290, 1844 S. 80.]

Aehnlich verhält es sich mit den Meteorsteinen oder Aërolithen, welche zuweilen als Feuerkugeln auf die Erde herabfallen. Auch sie sind noch nicht in älteren Formationen aufgefunden worden, obwohl aus ihrem offenbar kosmischen Ur-

sprunge zu schliefsen ist, dafs sie nicht lediglich der neuesten Erdentwickelungsperiode angehören. Da sie höchst wahrscheinlich mit den Sternschnuppen in eine Kategorie gehören, so ist die Periodicität dieser letzteren wohl zu beachten, welche mit gewissen jährlichen Kälteperioden der Erde in Verbindung zu stehen scheint [Poggend. Annalen 1839, B. 48, S. 582]. Aus dieser Periodicität sowohl, als auch aus etlichen anderen Umständen hat man geschlossen, dafs sie gewissermafsen als kleine Himmelskörper (Planetensubstanz) zu betrachten seien. In dieser Beziehung ist dann auch die chemische und mineralogische Zusammensetzung der Meteorsteine von hohem geologischen Interesse, da sie mit der mancher irdischen Gesteine, namentlich des Dolerites und gewisser Eisenerze, sehr nahe übereinstimmt und insofern beinahe einen Schlufs auf die analoge Zusammensetzung anderer Himmelskörper unseres Sonnensystemes wagen läfst, auch zugleich andeutet, dafs jene verwandten irdischen Gesteine gewissermafsen einen Urtypus der Planetensubstanz repräsentiren. [Jahrb. 1814 S. 268, 1830 S. 309, 1833 S. 632, 1836 S. 497 u. 599, 1838 S. 690 u. 693, 1840 S. 89, 229 u. 722, 1841 S. 258, 464 u. 698, 1842 S. 334, 1843 S. 79 u. 823, 1844 S. 107, 598 u. 609, 1845 S. 106.]

Rückblick.

§. 44. *Wirkung der wichtigsten Agentien auf die Erdoberfläche.* — Aus den vorstehenden Beispielen geht hervor, dafs auf der Erde nichts einer völligen Ruhe überlassen ist. Alle Theile sind fortwährend theils sichtbaren, theils unsichtbaren Bewegungen unterworfen; sie reihen sich aneinander und verändern die Lage, den Zustand, das Volumen oder den ursprünglichen Verband. Sind die bewegten Theile und ihre Bewegungen deutlich erkennbar, so heifst der Vorgang mechanisch; sind sie dagegen nicht als solche erkennbar, sondern nur angenommen, so nennt man sie Atome und den Vorgang ihrer Bewegung chemische Thätigkeit. Diese fortwährende und im Allgemeinen gewifs vollkommen geregelte, gesetzmäfsige Bewegung aller Theile hat Manche veranlafst, den Erdkörper für ein organisches, lebendes We-

sen zu erklären. Man mufs aber wohl bedenken, dafs alle diese Bewegungen nur durch sogenannte physikalische und chemische Kräfte — wie Schwere, Elektricität (Wahlverwandtschaft), Ausdehnung durch Wärme u. s. w. — hervorgebracht und sämmtlich nach physikalischen und chemischen Gesetzen erklärt werden können, während lebende organische Wesen sich gerade dadurch von den unorganischen unterscheiden, dafs sie die Wirkungen jener Kräfte in gewissem Grade überwinden, und zwar in Folge einer ihnen innewohnenden eigenthümlichen sogenannten Lebenskraft, die sich bisher fast jeder näheren Untersuchung entzog und zur Zeit noch durch kein Experiment nachgeahmt werden kann.

Untersuchen wir aber nun, welches für die äufsere Wahrnehmung die einflufsreichsten der angeführten Wirkungen sind, so müssen wir offenbar die des Wassers und der Vulkanität dafür erklären. Sie sind es also wohl auch, welche den gegenwärtigen Zustand der festen Erdkruste wesentlich und vorzugsweise bedingt haben. Das erstere trägt stündlich und von unendlich vielen Puncten zugleich zerkleinte Theile von den Höhen nach den Tiefen, um sie dort schichtweise abzulagern, die letztere erhebt (oder versenkt) weit ausgedehnte Landstriche über das Meer oder über das bisherige Niveau und treibt heifsflüssige Gesteinsmassen in grofser Quantität aus dem Erdinneren an die Oberfläche. Zugleich ist die Vulkanität sehr geeignet, die Wirkungen des Wassers bedeutend zu verstärken und seine Gebilde weiter umzuwandeln. Durch vulkanische Hitze erwärmte und mit Kohlensäure geschwängerte Quellwässer sind dadurch um so geeigneter, bei ihrem Aufsteigen Bestandtheile des festen Gesteins aufzulösen und mit fortzunehmen. Niveau-Veränderungen des Landes verursachen oft einen anderen Lauf und dadurch grofse Zerstörungen der Flüsse. Erdbeben erschüttern die feste Kruste der Erde, machen sie durch das Wasser leichter zerstörbar und bewirken das Zusammenstürzen darin ausgewaschener Höhlungen oder das Einstürzen steiler Berge, deren Haufwerk wieder Andämmung des Wassers und später in Folge des plötzlichen Durchbruches grofse zerstörende Fluthen veranlassen kann. Sie regen das Meer in

seinen Tiefen auf, wodurch es um so kräftiger auf seine Ufer wirkt. Vulkanische Eruptionen rufen heftige Gewittergüsse und Sturmwinde hervor, wodurch die ausgeschleuderten lockeren Theile an den Fufs des vulkanischen Berges herabgeschwemmt oder viele Meilen weit fortgetragen werden, und ihre Hitze schmilzt plötzlich den Schnee hoher Berggipfel, welcher dann in gewaltigen zerstörenden Wassermassen herabstürzt.

Die Einwirkung der kosmischen Attraction und der sogenannten Imponderabilien, des Lichts, der Wärme, der Elektricität, des Magnetismus u. s. w., auf den festen Erdkörper sind gegenwärtig für unsere Beobachtung fast unmerkbar, obwohl als sicher anzunehmen ist, dafs die für jeden Erdoberflächenpunct periodisch zu- und abnehmende Mond- und Sonnen-Attraction, der Wechsel der Temperatur und des Lichtes, hervorgebracht durch die Jahres- und Tageszeiten, das ewige Schwanken der magnetischen Pole, die durch Gewitter verkündete elektrische Thätigkeit der Luft und der Erde, sowie der bei allen Zersetzungen und Verbindungen wirksame Elektrochemismus fortwährend einen um so mächtigeren Einflufs auf das Wesen und den Zustand des festen Erdkörpers äufsern werden, als diese Kräfte und Wirkungen nicht blos die Oberfläche berühren, sondern zum Theil die ganze Masse durchdringen und das gegenseitige Verhalten der kleinsten Atome ändern. Wenn daher diese Wirkungen nicht so leicht zu erkennen sind als die früher angeführten, mehr mechanischen des Wassers, der vulkanischen Thätigkeit u. s. w., so liegt diefs lediglich an der eigenthümlichen Natur, nicht an der geringen Wichtigkeit derselben. Uebrigens sind die Kräfte der sogenannten Imponderabilien fast bei allen zuvor angeführten Umbildungsprocessen thätig und vielleicht die versteckten Grundursachen der meisten.

Im Allgemeinen ist der Vergleich wohl nicht ganz unrichtig, wenn man sagt, das Land, welches über das Wasser emporragt und hier den wechselnden Einwirkungen der Atmosphäre ausgesetzt ist, altert. Es zersetzt sich, löst sich auf und wandert Theilchen für Theilchen dem Meere zu, in welchem es sich gleichsam verjüngt; aus ihm tritt es später durch Hülfe vulkanischer Thätigkeit mit erneuter Jugendkraft hervor,

und auf diesem Wechsel scheint die Möglichkeit der ewig dauernden Jugendkraft der Erdoberfläche zu beruhen, sie erleidet periodenweise Umgeburten.

§. 45. *Gesteinsbildung.* — Nachdem wir bisher die Wirkungen der wichtigsten Agentien ganz im Allgemeinen betrachtet haben, so wird es gut sein, jetzt die verschiedenen Entstehungsarten der Gesteine noch einmal besonders in's Auge zu fassen, wenn auch dadurch einige Wiederholungen bedingt sein sollten.

Mit Recht kann man vielen der früheren Theorieen über Entstehung der Gesteine Einseitigkeit vorwerfen, indem sie nur zu oft einerlei Entstehungsart für die so überaus verschiedenen Massen annehmen, aus welchen die uns bekannte Erdkruste zusammengesetzt ist. Beobachten wir, auf welche verschiedenartige Weise noch jetzt Felsarten und ihnen ähnliche Aggregate entstehen, so werden uns diese Erfahrungen gewifs zu gültigen Schlüssen über die früheren Gesteinsbildungen hinleiten. Fassen wir daher diese verschiedenen Bildungsweisen aus den vorhergehenden Abschnitten noch einmal übersichtlich zusammen, so finden wir folgende:

1. Durch Erstarrung kosmischer Körper, deren Urzustand wir nicht sicher kennen. Wir wissen nur, dafs die hierhergehörigen Meteorsteine mit sehr hoher Temperatur (und wahrscheinlich heifsflüssig) zur Erde kommen. Man kann diese Gesteinsbildung mit allem Rechte primitiv oder primitive Erstarrung nennen.

2. Durch vulkanische Thätigkeit:

a) Durch Hervordringen und Erkalten heifsflüssiger Massen, z. B. der Lava, — eruptiv oder, insofern die Masse nicht die Oberfläche erreicht, injectiv (oft dem Primitiven sehr nahe verwandt, vielleicht wirklich primitiv).

b) Durch vulkanische Sublimation — sublimirt, z. B. Schwefel, Eisenglanz.

c) Durch Einwirkung der eruptiven, heifsflüssigen Massen, oder der aufsteigenden Dämpfe auf die durchbrochenen oder durchdrungenen Gesteine, — metamorphisch durch Contact oder Imprägnation, (vergl. 5). Da hierbei auch eine Rück-

wirkung der durchbrochenen auf die zwischen ihnen erkaltenden Gesteine bemerkbar ist, so läfst sich eine everse und eine inverse Contact-Metamorphose unterscheiden. Auch dürften hierher die Reibungs-Breccien und Conglomerate als mechanische Contactbildungen zu rechnen sein, welche dadurch entstehen, dafs, eruptive Gesteine an ihren Rändern Trümmer der durchbrochenen einschliefsen, oder wenigstens diese letzteren insich zertrümmern. Alle diese, theils chemischen, theils mechanischen Wechselwirkungen lassen sich unter dem Ausdrucke: Contactbildungen, zusammenfassen.

d) Bei der vulkanischen Eruption werden ferner viele einzelne Theile in die Atmosphäre geschleudert und fallen aus dieser als Auswurfs- oder Ejectionsproducte (Asche, Bomben, Lapille) zu Boden; das sind Accumulationen. Werden diese von Wasserfluthen ergriffen, oder kommen sie als Moja schon mit Wasser gemengt aus dem Krater, um dann abgelagert zu werden, so werden sie zu amphotheren Bildungen, vulkanischen Tuffen und Conglomeraten.

3. Durch chemischen oder mechanischen Absatz aus Wasser — sedimentär. Wir kennen diese sedimentären Ablagerungen nur als Folgen vorausgegangener Auflösungen oder mechanischer Zerstörungen, und es kann demnach von einer erfahrungsmäfsig primitiven Ablagerung aus Wasser in keiner Weise die Rede sein. Die sedimentären Bildungen zerfallen in

a) rein mechanische Ablagerungen, wie die meisten Conglomerate und Sandsteine,

b) gemischte oder heterogene Ablagerungen, wenn einige Bestandtheile nur mechanisch vom Wasser zusammengeschwemmt, andere aber zu gleicher Zeit aus einer chemischen Lösung in Wasser niedergeschlagen werden, z. B. Sandsteine, oder Breccien mit krystallinischem Bindemittel, und endlich in

c) rein chemische Ablagerungen oder Niederschläge, welche wieder je nach ihrer besonderen Bildungsweise Incrustationen oder Infiltrationen genannt werden.

Der Unterschied dieser verschiedenen ist, wenn Bildungen

sie fertig vorliegen, oft sehr schwierig zu erkennen, da die amorphen mechanischen Niederschläge sich um so mehr den krystallinischen chemischen nähern, je feiner ihre Theile sind, und da durch die unter 5 angedeuteten Vorgänge ursprünglich amorphe Niederschläge später in krystallinische umgewandelt worden sein können.

4. Durch die Anhäufung und innere (endogene) Metamorphose pflanzlicher und thierischer Theile oder durch deren Lebensthätigkeit selbst, — organisch. Die Organismen wirken aber durch ihre Lebensthätigkeit durchaus nur zersetzend und örtlich niederschlagend auf in der Luft oder im Wasser gelöst enthaltene Bestandtheile, z. B. Kohlensäure, Kalkerde u. s. w. Man hat diese Wirkungen gänzlich verkannt, wenn man annahm, der Kohlenstoff werde durch die Pflanzen, der Kalk durch die Korallen oder Muscheln erzeugt (geschaffen); sie sind es nur, welche dieselben aus der Atmosphäre oder aus dem Wasser niederschlagen.

5. wissen wir endlich, dafs alle Gesteine nothwendig einer fortwährenden, oft allerdings nicht merkbaren Umänderung (Metamorphose) unterliegen müssen, die keinesweges immer durch besondere energische äufsere Einwirkung (durch Contact) bedingt zu sein braucht, da die Ursache derselben in der ursprünglichen Zusammensetzung der Substanz selbst gegeben, oder durch die §. 101 angedeuteten stetigen Einwirkungen und durch den Druck darüber liegender Massen bedingt sein kann. Diese langsame innere (endogene) Metamorphose ist jedoch nur zuweilen deutlich nachweisbar und überdiefs von einigen Geologen wahrscheinlich sehr überschätzt worden, eben weil sie, als möglich, ein bequemes Erklärungsmittel schwieriger Fälle darbot. Die sichersten Aufschlüsse über Gesteinsmetamorphosen haben wir aus dem Studium der Afterkrystalle zu erwarten, welches durch R. Blum's Werk über die Pseudomorphosen des Mineralreiches (1842) aufserordentlich gefördert worden ist. (Vergl. auch Heidinger in Poggend. Annalen 1844, B. 62, S. 161.) Gewisse Umstände deuten allerdings an, dafs zuweilen eine sehr energische Metamorphose der Gesteine stattgefunden hat,

die aber dann in der Regel in die Kategorie 2. c) gehören wird, und dafs in anderen Fällen, ebenfalls besonders bei der Contact-Metamorphose, wohl kaum bei der endogenen, zuweilen eine solche Volumenvermehrung des metamorphosirten Gesteines eintrat, dafs es dadurch zugleich nothwendig eruptiv oder injectiv werden, d. h. in Zerspaltungen des bedeckenden Gesteines eindringen mufste. Demnach haben wir vulkanisch- (oder plutonisch-) und metamorphisch-eruptive oder injective Gesteine zu unterscheiden. Liefse sich nachweisen, dafs Vulkanität überhaupt nichts Anderes als die höchste Steigerung von Metamorphose wäre, dann allerdings würde diese Trennung wegfallen; bis jetzt aber hat diese Ansicht von ihren Vertretern nur höchst schwach unterstützt werden können. Wir werden im Verfolg, besonders in §. 74 sehen, dafs diese beobachtbaren Gesteinsentstehungsarten fast vollständig genügen, um die Entstehung aller vorhandenen Gesteine zu erklären.

§. 46. *Oberflächengestaltung.* — Der vulkanischen Thätigkeit haben wir oben die positive Störung der ebenen Erdoberfläche zugeschrieben, während sich das Wasser im Allgemeinen als nivellirend, und nur secundär als Unebenheiten veranlassend zeigt, d. h. das Wasser trägt keine Berge und Gebirge auf, seine Bodensätze sind höchstens flach undulirt, und wenn es sich zerstörend bewegt, so furcht es Vertiefungen, Thäler, aus, zwischen denen allerdings zuweilen Hügel und Berge stehen bleiben, die es aber offenbar nur auf eine negative Weise bewirkt.

Anders ist es, wie gesagt, mit der vulkanischen Thätigkeit, sie erhebt oder senkt ganze Landstriche über oder unter ihr früheres Niveau, wirft einzelne Berge auf, und hat offenbar die vorhandenen Festländer, Inseln und Gebirge vorzugsweise veranlafst, letztere durch besonders intensive locale Thätigkeit. Deshalb findet auch in den meisten Gebirgen eine so auffallende Störung der ursprünglichen Schichtungsverhältnisse, ein so grofser Wechsel der Gesteine statt, was nicht der Fall sein würde, wären sie durch ruhigen Niederschlag aus Wasser aufgethürmt. Nicht nur vorhandene feste Massen werden durch die vulkanische Thätigkeit erhoben, sondern

auch neue (erkaltende Gesteine) zu Bergen oder kleinen Gebirgen aufgehäuft. Es entstehen sonach durch sie Erhöhungen wesentlich auf zweierlei Weise, nämlich

1) durch Hebung des Vorhandenen,

2) durch Empordrängen neuer Gesteinsmassen,

wovon die erstere die mächtiger und grofsartiger wirkende Weise ist. Natürlich können aber auch beide Entstehungsarten mit einander combinirt sein.

Die Form der auf eine dieser Arten entstandenen Länder, Inseln, Gebirge und Berge richtet sich natürlich gröfstentheils nach der Ausdehnung, Art und Stärke der unterirdischen Kraftäufserung, nach der Art und Stärke des Widerstandes der festen Kruste, sowie nach dem Flüssigkeitsgrade der etwa emporquellenden Gesteinsmassen.

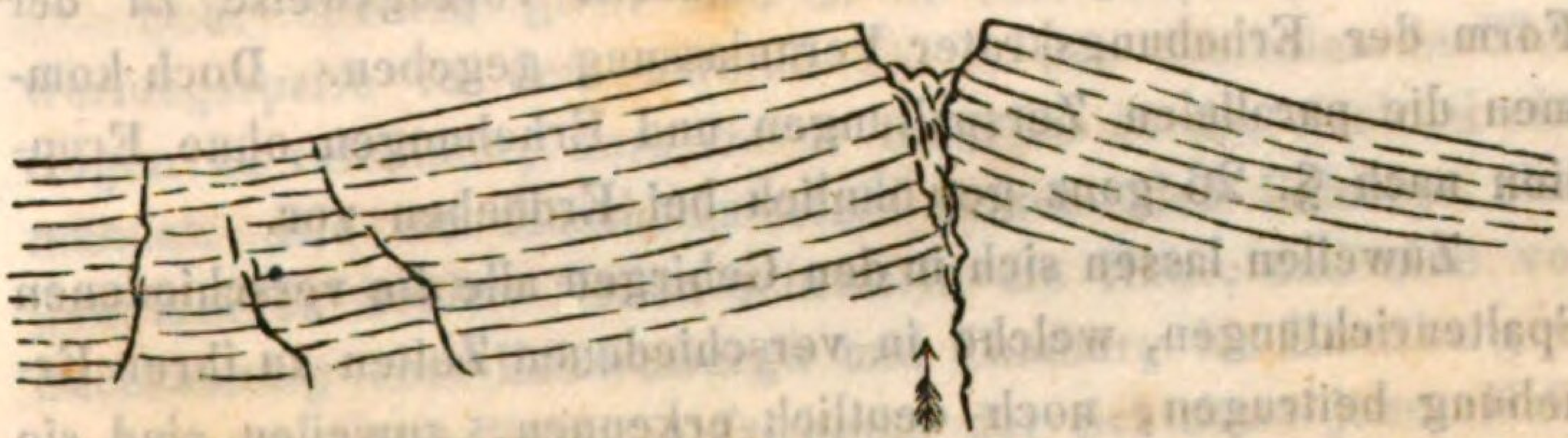
Den letzteren anlangend, so mufs sich nothwendig eine emporgedrungene Gesteinsmasse um so mehr ausbreiten, stromartig fliefsen, je flüssiger sie ist, und sie wird dagegen bei gleicher Eruptionskraft zu um so höheren oder spitzeren kegelförmigen Bergen aufsteigen, je mehr sich ihr flüssiger Zustand dem festen nähert. Deshalb ist der Unterschied der basaltischen Kegelberge, wie a und b, und der vulkanischen Lavaströme, wie c, von besonderem Interesse.



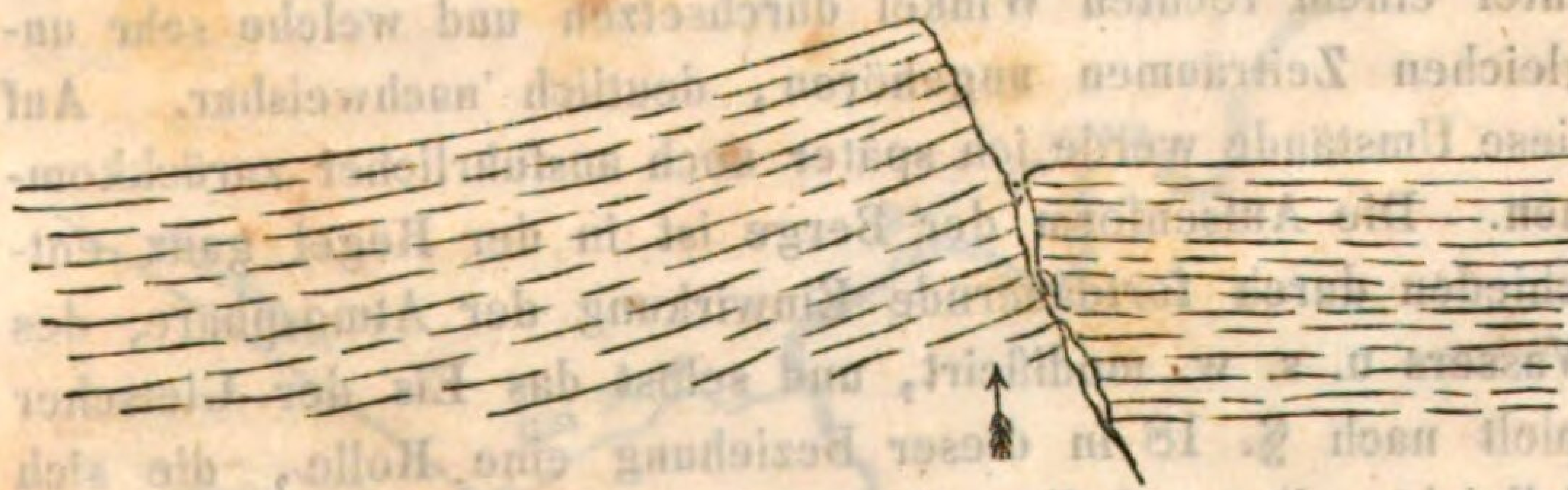
Weit complicirter sind aber oft die Formen der erhobenen festen Erdkrustentheile, weil sie nicht nur von der erhebenden Kraft und Masse, sondern auch von dem ungleichen Widerstand der zu hebenden Massen abhängig waren. Ich will nur ein Paar der einfachsten Fälle andeuten, woraus sich die complicirteren von selbst ergeben.

Jede theilweise Erhebung der festen Erdkruste setzt zunächst eine Zerspaltung derselben voraus, da blofse Biegung für irgend beträchtliche Erhebungen nicht denkbar ist. Von der Zahl,

Ausdehnung und gegenseitigen Stellung dieser Spalten hängt wesentlich die Gesalt der erhobenen Theile — der Gebirge — ab. Doch ist dabei wohl zu beachten, daſs die meisten Gebirge wahrscheinlich das Resultat nicht einer, sondern vieler aufeinander folgenden Hebungen sind. Denken wir uns nun aber einmal, daſs durch vulkanische (oder plutonische) Thätigkeit eine viele Meilen lange Spalte aufgerissen und die Erdkrustentheile entweder zu beiden Seiten dieser Spalte oder nur auf einer Seite derselben über ihr ursprüngliches Niveau erhoben werden, so wird der Querschnitt der dadurch bewirkten Gebirgserhebung sich im ersteren Falle ungefähr so



im letzteren ungefähr so



gestalten.

Im ersteren Falle wird auf diese Weise ein Kettengebirge mit ungefähr gleich geneigten Abfällen und einem Längenthal in der Mitte, im letzteren Falle ein solches mit sehr ungleich geneigten Abfällen entstehen. Beide Fälle und ihre Folgen werden sich natürlich viel complicirter gestalten, wenn viele solcher Spalten parallel nebeneinander aufreiſsen (sie bilden dann mehre Parallelketten und Längenthäler, wie im Jura) oder wenn zugleich Querspalten aufreiſsen, oder wenn auſser

der Erhebung des vorhandenen Festen auch noch ein Hervordringen neuer Gesteinsmassen erfolgt, die aus der Hauptspalte quellen und sich über ihr aufthürmen.



Die neuere vulkanische Eruptions-Thätigkeit hat, wie es scheint, häufiger von einem Puncte radial auslaufende, als lange parallele Spalten gebildet und dadurch vorzugsweise zu der Form der Erhebungskrater Veranlassung gegeben. Doch kommen die parallelen Zerspaltungen und Erhebungen ohne Eruption nach §. 26 ganz gewöhnlich bei Erdbeben vor.

Zuweilen lassen sich in den Gebirgen alle die verschiedenen Spaltenrichtungen, welche in verschiedenen Zeiten zu ihrer Erhebung beitrugen, noch deutlich erkennen, zuweilen sind sie aber auch sehr verwischt. Im Thüringer-Walde und im Fichtelgebirge sind z. B. zwei solcher Richtungen, die sich beinahe unter einem rechten Winkel durchsetzen und welche sehr ungleichen Zeiträumen angehören, deutlich nachweisbar. Auf diese Umstände werde ich später noch ausführlicher zurückkommen. Die Aufsenform der Berge ist in der Regel ganz entschieden durch fortdauernde Einwirkung der Atmosphäre, des Wassers u. s. w. modificirt, und selbst das Eis der Gletscher spielt nach §. 18 in dieser Beziehung eine Rolle, die sich vielleicht selbst auf die orientirt gerundeten Formen vieler nordischen Felshügel ausdehnte. — Ich will jetzt noch einen Blick auf die Vertiefungen werfen.

Die Vertiefungen der Meeresbecken sind nichts Anderes als bei der Erhebung der Länder, Inseln und Gebirge zurückgebliebene oder im Gegentheil niedergesunkene Landstriche, denn die Vergröfserung derselben durch Wegspülen von Küsten und dergl. ist im Verhältnifs zu ihrer Ausdehnung kaum zu rechnen. Thäler und ähnliche Vertiefungen der Erdoberfläche sind hingegen, wie es scheint, zum Theil durch Zer-

spaltung und Senkung des Bodens veranlafst und dann durch Eis (Gletscher) oder Wasserströme weiter ausgefurcht, zum Theil aber auch gänzlich durch Wasser gebildet. Wir haben demnach, was die erste Veranlassung betrifft,

1) Spalten-, Erhebungs-, Senkungs- (Dislocations-) oder

2) Auswaschungs- (Erosions-) Thäler

zu unterscheiden. Die tiefen Thaleinschnitte der Gebirge scheinen meist der ersteren Abtheilung anzugehören, die flachen des niederen Landes gröfstentheils der letzteren. Doch finden sich auch unter diesen letzteren einige recht deutliche Dislocationsthäler.

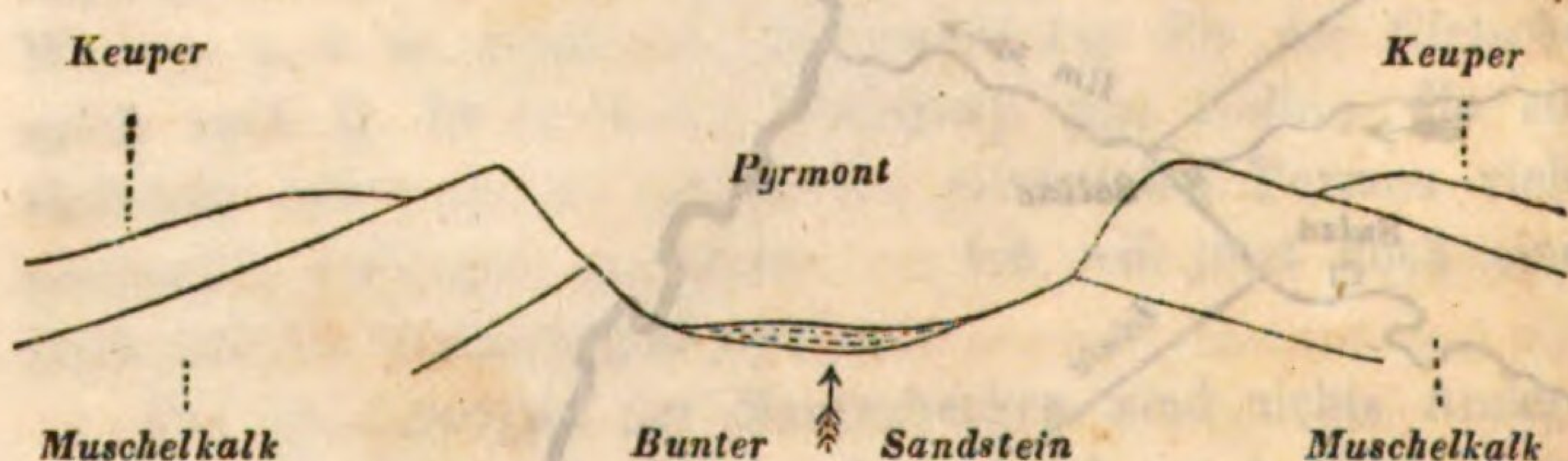
Sehr deutlich giebt sich z. B. eine veranlassende Verwerfungsspalte in dem unteren Theile des Ilmthales in Thüringen zu erkennen, kurz bevor dasselbe in das Saalthal einmündet. Die aus Muschelkalkstein bestehenden Gehänge steigen hier zu beiden Seiten schroff in die Höhe, und eine von Sachsenburg über Eckartsberga und Camburg bis Eisenberg zu verfolgende geradlinige Aufrichtung der Schichten jenes Kalk-



steines ist bei dem Städtchen Sulza durch die Spalte des Ilmthales um mehr als eine Achtelmeile aus ihrem ursprünglichen Zusammenhange verworfen, was deutlich genug eine Bewegung der einen Thalseite und folglich eine dem Thal entsprechende Spalte verkündet.

Verlängert man von da aus, die kleineren Windungen des Flusses nicht berücksichtigend, die Richtung des Ilmthales gegen NO, so trifft diese Linie eine grofse Strecke mit dem Saalthale zusammen und berührt zugleich, von der Saline Sulza ausgehend, die Salinen Kösen und Dürrenberg, welche alle ihre Soole durch Bohrlöcher und Schächte aus ziemlich grofser Tiefe, wahrscheinlich aus dem Zechstein, erhalten. Man würde aber schwerlich vor 100 und mehr Jahren auf die Idee gekommen sein, hier Soolquellen in so grofser Tiefe aufzusuchen, wenn nicht salzhaltige Wässer schon von selbst zu Tage getreten wären, und daran eben scheint dieselbe Spalte Schuld zu sein, welche auch den Verlauf der Thalbildung auf grofse Ausdehnung vorgezeichnet haben dürfte.

Erhebungsthäler hat Friedrich Hoffmann mehrfach in den Flötzgebirgsgegenden des nordwestlichen Deutschlands beobachtet und in seinem Werke über diese Gegenden beschrieben. Die bei ihrer Entstehung aufgerissenen Spalten haben häufig zugleich zum Hervorbrechen von Salz- oder Mineralquellen Veranlassung gegeben. So entspringen z. B. die Pyrmonter Mineralquellen aus dem Boden eines solchen Thales, durch welches Muschelkalk und Keuper aufgespalten und nach beiten Seiten hin geneigt sind, so dafs der bunte Sandstein unter ihnen zum Vorschein kommt, welcher ohne Erhebung hier nicht bis zu diesem Niveau herauf reichen würde.



Sehr deutliche Erhebungsthäler hat auch Murchison in seinem Prachtwerk über das Silurian-System beschrieben; es sind die Thäler von Woolhope und Usk, in welchen untere Schichten in concentrischen Ellipsen von oberen allseitig abfallenden umgeben werden; die Axe des Usk-Thales läfst sich

übrigens noch weit hin durch das Land verfolgen und hat überall Schichtenstörungen veranlafst.

Die schönsten und lehrreichsten Erhebungsthäler kommen aber im Juragebirge als Längenthäler vor und sind von Thurmann in seinem *Essai sur les soulévemens jurassiques du Porrentruy* vortrefflich beschrieben worden. Man sieht dort oft sehr deutlich, wie ein erhabener Bergrücken, dessen Gipfel, sobald die durch seine Aufblähung veranlafste Biegung der Schichten zu grofs wurde, aufborst, dadurch ein Längenthal veranlafst hat, in welchem dann allemal untere Schichten zu Tage treten.

Wenn demnach die vulkanische Thätigkeit nicht nur durch die Form der Gebirge im Allgemeinen, sondern auch durch besondere vorzeichnende Spaltungen zu der Lage und Richtung vieler Thäler die erste Veranlassung gegeben haben mag, so ist doch nicht in Abrede zu stellen, dafs die eigentliche Bildung und Ausformung der meisten lediglich vom Wasser herrührt. Es wählte dasselbe bei seinem Ablaufe von den Gebirgen stets den nächsten und am leichtesten auszufurchenden Weg, sei dieser nun durch Spalten oder nur durch verschiedene Abdachung der Oberfläche und durch verschiedene Festigkeitsgrade der Gesteine vorgezeichnet gewesen. Festere Steinmassen spülte es auf diese Weise aus weicheren heraus, und so entstanden viele Windungen der Thäler, Thalberge (in Thäler hinein ragende Berge oder Bergvorsprünge). Selbst viele Kuppen fester Gesteine auf den flachen Abfällen der Gebirge verdanken offenbar dem Wasser ihre Herauswaschung aus weicherem Gestein und somit ihr Dasein als Erhöhungen. Viele Thäler des flachen Landes sind aber auch, ohne Zuthun vulkanischer Thätigkeit, von Haus aus durch blofse Auswaschung gebildet. Diesen Vorfall hat Kohl in den pontischen Steppen vielfach beobachtet und in seinen Reisen in Südrufsland S. 63 vortrefflich beschrieben.

Wo zwei Wasserströmungen sich unter Winkeln vereinigen, da setzen sie, wenn sie übrigens nichts daran hindert, ihren Lauf in der Diagonale des Parallelogramms ihrer Kräfte fort. Die Wirkung dieses Gesetzes läfst sich an der

Vereinigung sehr vieler Auswaschungs-Thäler erkennen, indem das eine Thal gewöhnlich im Verhältnifs der Ausdehnung und des Falles des einmündenden Thales von seiner Richtung abgelenkt ist, wenn nicht besondere Gebirgs- oder Gesteinsverhältnisse andere Biegungen bedingten. Vielfach hat auch die Schichtung und Lagerung der Gesteine auf die Richtung und Form der Thäler einen grofsen Einflufs geübt. In Flötzgebirgsgegenden ward es dem Wasser oft leichter, ein Thal in der Richtung des Streichens weicher Gebirgsglieder einzufurchen, als quer herüber immer neue Schichten zu durchschneiden. Liegen nun bei solchen, dem Streichen parallelen Thälern die Schichten etwas geneigt, so ist gewöhnlich dasjenige Gehänge das steilste, an welchem die Schichtenköpfe hervortreten, während das andere den flachen Einfallswinkel der Schichten zu seiner Böschung erhält.



Alle diese besonderen Erscheinungen, sowie die Auswaschung der meisten Thäler überhaupt, setzen jedoch weit gröfsere Wassermassen voraus, als gegenwärtig ihre Flüsse enthalten.

Innere Geognosie

oder

Geognosie im engeren Sinne.

Gesteinslehre.

§. 47. *Zusammensetzung der Gesteine.* — Alle Gesteine bestehen aus Mineralien, die Kenntniſs der letzteren aber muſs, als der Mineralogie im engeren Sinne angehörend, hier vorausgesetzt werden. Die Gesteine sind auf verschiedene Weise aus Mineralien zusammengesetzt. Einige bestehen aus der Verbindung lauter kleiner, individueller Theile eines und desselben Minerals; diese nennt man einfache Gesteine, und zwar entweder krystallinische, wie körnigen Kalkstein, oder dichte, wie dichten Kalkstein; letztere nähern sich zuweilen dem eigentlich amorphen Zustande (Feuerstein, Opal). Andere bestehen aus der mehr oder weniger krystallinischen Verbindung von 2, 3, 4 oder mehren bestimmten Mineralien, wie z. B. Granit, Gneiſs, Syenit; diese nennt man krystallinisch gemengte Gesteine, selbst dann noch, wenn die krystallinische Natur derselben, durch Kleinheit der Mineralindividuen, dem Auge unsichtbar ist, wie beim Basalt. Dadurch gehen jedoch auch diese Gesteine in einen amorphen, glasigen Zustand über. Noch andere sind auf mechanische Weise aus mehr oder weniger abgerundeten Fragmenten oder erdigen Theilen von einfachen Mineralien oder von Gesteinen zusammengesetzt, und man nennt sie mechanisch gemengte Gesteine, wie z. B. die Conglomerate und Sandsteine; dazu gehören aber auch die erdigen oder beinah amor-

phen Mineralverbindungen, wie Mergel, Thon u. s. w. Ueberdiefs kann man auch noch lose Gesteine unterscheiden, deren Gemengtheile nicht zu einer festen Masse verbunden sind, wie Kies, Sand u. s. w. Es sind jedoch die Grenzen zwischen diesen Abtheilungen nicht ganz scharf zu bestimmen, dieselben verlaufen vielmehr in einander, wie denn überhaupt die Gesteine nicht bestimmte Arten, *species*, bilden, sondern zum Theil wirklich in einander übergehen.

Der wesentlichste Unterschied zwischen Mineralien und Gesteinen (Felsarten, Gebirgsarten) ist demnach dadurch bedingt, dafs letztere stets Anhäufungen von Mineral-Individuen einer oder mehrer Arten sind, die einen nicht unbeträchtlichen Raum einnehmen und dadurch merkbar zum Bau der festen Erdrinde beitragen.

Auch die sogenannten einfachen Gesteine sind selten ganz einfach, sie enthalten vielmehr aufser dem einfachen Mineral, aus dem sie vorherrschend bestehen, oft noch innig damit verbundene Beimengungen, so z. B. der dichte Kalkstein etwas Thon-, Talk- oder Kieselerde oder Eisenoxyd; oft treten auch einzelne Mineralien als abgesonderte Körper, als zufällige (accessorische) Gemengtheile in ihnen auf, z. B. Borazit im Gyps, Idokras im körnigen Kalkstein. Solche zufällige Gemengtheile finden sich aber noch häufiger in den krystallinisch gemengten Gesteinen ein, wodurch man dann, bei ihnen besonders, genöthigt ist, einen Unterschied zwischen wesentlichen und zufälligen Gemengtheilen zu machen. Die wesentlichen Gemengtheile des Granits z. B. sind Quarz, Glimmer und Feldspath; wenn eins dieser Mineralien ganz fehlt, so ist das Gestein kein Granit, sondern Granulit, Greisen od. dergl.; wenn dagegen der Turmalin (ein recht häufiger zufälliger Gemengtheil des Granites) hinzukommt, so bleibt das Gestein immer noch Granit.

Die zufälligen Gemengtheile der Gesteine, mit welchen man nur gar zu oft ihnen selbst fremdartige, auf feinen Klüften befindliche Theile verwechselt hat, stehen sicher stets in einem Causalnexus mit den wesentlichen Gemengtheilen. Wo sie nicht die Resultate von Contactwirkung oder Imprägnation, sondern durch die ganze Masse verbreitet sind, da darf man sie gewifs

als das Resultat eines Ueberschusses gewisser Mischungstheile des übrigen proportionirten Mineralgemenges betrachten.

Im Allgemeinen findet sich zwar, wenigstens bei den krystallinisch gemengten Gesteinen, eine gewisse Gesetzmäfsigkeit der Zusammensetzung. Der meiste Granit aller Länder z. B. zeigt ähnliche Verhältnisse von Quarz, Glimmer und Feldspath und aufser diesen auch gewöhnlich dieselben zufälligen Beimengungen. Auf alle einzelne Fälle dehnt sich jedoch diese Gesetzmäfsigkeit nicht aus, denn zuweilen wird der eine oder der andere Gemengtheil solcher Gesteine sehr vorherrschend und verdrängt wohl sogar einen der anderen gänzlich, wodurch dann ein Uebergang in ein anderes Gestein bewirkt werden kann (z. B. von Gneifs in Glimmerschiefer). Auch tritt mehrfach der Fall ein, dafs ein Gemengtheil eines Gesteins durch ein anderes verwandtes Mineral gewissermafsen vertreten wird, wodurch dann ebenfalls ein neues Gestein resultirt. Als einen solchen stellvertretenden Gemengtheil für den Glimmer des Granites hat man z. B. den Talk des Protogin anzusehen, welches Gestein aufserdem, wie der Granit, aus Quarz und Feldspath besteht.

Aus dem Allen geht hervor, was schon oben bemerkt wurde, dafs die Gesteine nicht von der Natur abgegrenzte Arten, sondern, zum Theil wenigstens, mehr oder weniger zufällige Mineralgemenge sind, die man mit besonderen Namen belegt hat, und ferner, dafs aus diesem Grunde ihre Mannichfaltigkeit nothwendig so grofs ist, dafs es unmöglich wird, alle einzelnen Verschiedenheiten besonders zu benennen, wefshalb man sich darauf beschränken mufs, die in der Natur am häufigsten sich constant wiederholenden Mineralgemenge als besondere Gesteine zu benennen und zu charakterisiren, die Unterscheidung vieler Zwischenstufen der modificirenden Beschreibung überlassend.

Es sind nicht alle, sondern vorzugsweise folgende Mineralien, welche als wesentliche Gemengtheile von Gesteinen auftreten, und welche defshalb der Geognost als solcher in allen ihren Zuständen besonders genau kennen lernen mufs, ohne dafs ihm die Kenntnifs der übrigen erlassen werden könnte:

Steinsalz (*Sal montanus*, Breithaupt), Gyps (*Diatomus Gypsum*), Muriazit (*Anhydrites calcarius*), Kalkspath (*Carbonites eugnosticus u. diamesus*), Rautenspath (*Carbonites dimerus*), Eisenspath (*Carbonites ferrosus*), Zinkspath (*Carbonites zincosus*), Chlorit (*Astrites Ogcoites u. levis*), Asterglimmer (*Astrites penninus*, *trappicus*, *Lophoites*, *meroxenus* und *Thuringites*), Talk (*Talcum pyrophanum*), Felsglimmer (*Phengites Lepidolithus*, *hemidomaticus* und *Margarites*), Zeolith (*Mesotypus natronicus* und *medius*), Strahlstein (*Amphibolus Calamites*), Hornblende (*Amphibolus basalticus*, *magnesius*, *ferrosus*, *metallophanus* und *peritomus*), Spodumen (*Pyroxenus oligus* und *lithyonicus*), Diaklas (*Pyroxenus diaclasius*), Bronzit (*Pyroxenus magnesius*), Augit (*Pyroxenus dystomus*, *trappicus* und *coracinus*), Hypersthen (*Pyroxenus metallophanus*), Omphazit, Erlan, Leuzit (*Alcalites Leucites*), Nephelin (*Diacrinus Nephelinus*), Periklin (*Felsites Periclinus*), Pegmatholith = gem. Feldspath (*Felsites Pegmatolithus*), Mikroklin (*Felsites Microclinus*), Ryakolith (*Felsites Ryacolithus*), Tetartin = Albit (*Felsites Tetartinus*), Oligoklas (*Felsites Oligoclasius*), Labrador (*Felsites polychromaticus*), Quarz (*Quarzius Amethystus*, *capnias*, *vitreus*, *haematicus* und *ochroides*), Opal und Menilith (*Opalus hydrophanus*), Pechstein (*Pyrogonus resinaceus*), Perlstein (*Pyrogonus margaris u. Sphaerolithus*), Obsidian (*Pyrogonus Obsidianus*), Schörl (*Turmalinus amphibolicus*, *diploedricus* und *ferrosus*), Olivin (*Peridotus Olivinus*), Granat (*Granatus Aplomus*, *Pyropus*, *Almandinus* und *rimosus*), Topas (*Topazius polymorphus*), Eisenpecherz und Stilpnosiderit (*Picites Stilpnosiderites* und *Limoniates*), Bohnerz (*Picites pissiformis*), Brauneisenerz (*Belonites vulgaris*), Manganerze (*Polionites*), Magneteisenerz (*Tesseranus trappicus*, *subdurus* und *ferrosoferricus*), Eisenoxyd (*Hexagonites ferricus*), Eisenkies (*Marcasites ferreus*), Schwefel (*Sulphur nativum*), Graphit (*Graphites rhomboedricus*), Schwarzkohle, Braunkohle, Serpentin, Speckstein, Meerschaum.

Von diesen sind die 10 mit gesperrter Schrift gedruckten die allerwichtigsten, sie sind es, welche der Hauptsache

nach die feste Erdkruste zusammensetzen, und eine chemische Analyse dieser letzteren in ihrer Totalität würde demnach: Kieselerde, Kalkerde, Thonerde, Talkerde, Natron und Eisen, so wie Sauerstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff und Schwefel als vorherrschende Bestandtheile derselben ergeben.

§. 48. *Textur der Gesteine.* — Durch die Gröfse, Gestalt und Verbindungsweise, sowie durch den Zustand der einzelnen individuellen Mineraltheilchen, aus welchen sowohl die gemengten als die einfachen Gesteine (vielleicht mit Ausnahme der amorphen) stets bestehen, werden gewisse Eigenschaften derselben bedingt, welche man unter der Benennung Textur oder Gefüge zusammenfafst. Folgende sind die am gewöhnlichsten auftretenden Texturarten.

1. Körnig. Insofern fast alle Gesteine aus individuellen Mineraltheilchen zusammengesetzt sind, sind sie auch fast alle körnig; man nennt aber nur diejenigen körnig, bei denen man die Zusammensetzung aus solchen Theilchen mit freiem Auge erkennt. Der Begriff beschränkt sich aber noch mehr dadurch, dafs man für die mechanisch gemengten körnigen Gesteine gewöhnlich die Ausdrücke conglomeratartig, breccienartig oder sandsteinartig braucht. Je nach der Gröfse der einzelnen Körner unterscheidet man:

grobkörnig, wenn die Körner gröfser als Erbsen,
mittelkörnig, wenn die Körner etwas kleiner als Erbsen,
feinkörnig, wenn die Körner kleiner als Hirsekörner sind.

Zu der körnigen Textur kann man auch die faserige und die späthige rechnen, die an Gesteinen nur selten vorkommen und sich im Grunde nur durch die besondere Gestalt der Körner unterscheiden. Eine andere Varietät der körnigen Textur ist die oolithische. Das Gestein besteht in diesem Falle aus concentrisch schaligen kugelförmigen Körnern, oder enthält solche in seiner Masse; diese Körner sind aber nicht individuelle Mineraltheile, sondern sie werden vielmehr durch Abgrenzungen im Gestein bedingt, weshalb sie eigentlicher oolithische Absonderungen zu nennen wären. Dieses Verhalten zeigen besonders deutlich der Roggenstein und der Erbsenstein, weniger deutlich Perlstein und einige Porphyre. (Jahrb.

1843. S. 175.) Bei dem Erbsenstein läfst sich sehr deutlich die Bildungsweise dieser eigenthümlichen Textur beobachten. Er entsteht in den starkbewegten und kalkhaltigen Karlsbader Mineralquellen, indem von den Quellen umhergetriebene kleine Granittheilchen sich so lange mit Kalksinterrinden überziehen, bis sie schwer genug sind, um zu Boden zu fallen und da zusammenzubacken.

2. Dicht nennt man ein Gestein, wenn die einzelnen zusammensetzenden Mineraltheile oder Körner mit freiem Auge nicht mehr unterschieden werden können (dichter Kalkstein). Glaubt man aber aus der Natur desselben auf eine gelatinöse Entstehung schliefsen zu können, wie beim Opal, so sagt man amorph (oder opalartig), und haften die Theile eines dichten Gesteins nur locker an einander, so braucht man dafür den Ausdruck erdig (Kreide).

Wenn gemengte Gesteine dicht sind, so kann man natürlich ihre Gemengtheile nicht erkennen, und man nennt sie dann auch wohl undeutlich gemengt oder scheinbar gleichartig, z. B. Basalt.

3. Glasartig (amorph) sind nur geschmolzene Gesteine, wie Obsidian. In diesem Zustande sind individuelle Theile der Zusammensetzung auf keine Weise mehr zu erkennen.

Die drei vorstehenden, durch die Gröfse und den Zustand der Elementartheile bedingten Texturarten oder Aggregate der mineralogischen Bestandtheile schliefsen, obwohl sie Uebergänge bilden, nothwendig sich gegenseitig aus, d. h. ein Gestein, welches körnig ist, kann nicht an derselben Stelle zugleich dicht oder glasartig sein, während dagegen die folgenden Texturarten fast alle unter sich und mit diesen verbunden sein können; ja man kann sogar behaupten, jedes Gestein mufs einen dieser drei Aggregatzustände der Bestandtheile besitzen, d. h. jedes Gestein mufs körnig, dicht oder glasartig sein.

Beobachten wir heifsflüssige Mineralgemenge bei ihrer Erkaltung, so finden wir, dafs sie um so deutlicher auskrystallisiren, um so körniger werden, je langsamer sie erkalten, um so glasiger dagegen, je schneller diefs geschieht. Damit scheint es in inniger Beziehung zu stehen, dafs körnige Gesteine viel

seltener blasig sind, als dichte oder glasige. Bei Krystallisationen aus Wasserlösungen ist das Verhalten fast umgekehrt; je schneller der Niederschlag fest wird, desto krystallinischer zeigt er sich oft. Doch ist es nicht zu bezweifeln, dafs auch ursprünglich dichte oder amorphe Gesteine durch Metamorphose körnig werden können. Auf dem Wege des Experimentes läfst sich dieser Vorgang durch Schmelzen und langsames Erkalten, z. B. des dichten Kalksteins, in verschlossenem Raume nachweisen, und innere chemische Thätigkeit scheint in grofsen Zeiträumen ähnliche Resultate herbeizuführen. Es verdienen deshalb dieselben eine besondere Aufmerksamkeit.

4. Schieferig nennt man ein Gestein, wenn es durch parallele Anordnung oder Spaltbarkeit eines oder mehrer seiner Gemengtheile nach einer Richtung viel leichter spaltet als nach den anderen, z. B. Glimmerschiefer. Sind die Spaltflächen dabei sehr uneben und wulstig, wie z. B. oft beim Gneifs, so braucht man dafür auch den Ausdruck flaserig. Schieferige oder flaserige Gesteine können zugleich deutlich gemengt körnig, dicht oder porphyrartig sein. Manchmal ist die Schieferung ziemlich schwer von dünner Schichtung zu unterscheiden, von welcher sie theoretisch dadurch verschieden ist, dafs bei ihr auch im frischen Gestein leichtere Spaltung nach einer Richtung stattfindet, welche also nicht durch vorhandene Klüfte und Ablosungen bedingt ist.

Die schieferige Textur der Gesteine wird, insofern ihre Ursachen beobachtet sind, bedingt:

a) durch successive Uebereinanderlagerung der einzelnen Theile, also eine Art Schichtung im Kleinen, z. B. durch die Perioden der Ebbe und Fluth veranlafst (Bronn, Gesch. d. Nat. I., S. 197);
b) durch Einwirkung galvanischer Strömung auf durch Wasser oder durch Wärme erweichte Gesteinsmassen (Bronn, Gesch. d. Nat. I., S. 207);
c) durch Verwitterung im frischen Zustande gar nicht, oder wenigstens nicht deutlich schieferiger Gesteine.

Wahrscheinlich werden aber aufserdem auch einseitige Erkaltung und ähnliche Umstände Schieferung bewirken können,

und jedenfalls dürfte es unzulässig sein, aus der Schieferstructur eines Gesteines ohne Weiteres auf seine ursprüngliche sedimentäre Bildungsweise zu schliefsen. Die Schieferstructur ist vielen entschieden eruptiven Gesteinen eigen, und bei den sedimentären geht sie oft nicht parallel mit der Schichtung, auf welchen Umstand wir bei Betrachtung der letzteren zurückkommen werden.

Während bei den schieferigen Gesteinen diese Textur durch die einer Fläche ziemlich parallele Anordnung der Gemengtheile bedingt ist, findet bei manchen Gesteinen auch eine lineare (einer Linie ziemlich parallele) Anordnung der Gemengtheile statt, welche Naumann mit dem Namen

5. Linearparallelismus belegt hat. Es tritt dieser Linearparallelismus besonders bei einigen schieferigen und flaserigen Gesteinen durch Streckung der Gemengtheile in einer Richtung hervor, die ihnen ein striemiges Ansehen verleiht, aber auch durch besondere parallele Ausdehnung eingewachsener Krystalle in porphyrartigen Gesteinen oder durch eine solche Streckung von Blasenräumen kann er bedingt werden. Der Ursache nach davon verschieden, weniger durch eine Streckung, als durch eine Pressung veranlafst, dürfte hingegen die parallele Fältelung vieler Schiefergesteine sein, die durch Gröfserwerden der Falten in gewundene Schieferung ausartet.

6. Porphyartig nennt man die Textur, wenn in einer dichten Hauptmasse einzelne Krystalle irgend eines Minerals inneliegen, z. B. bei dem Porphyr selbst: Quarz und Feldspathkrystalle in dichter Felsitmasse. Doch nennt man häufig körnige, glasige oder deutlich gemengte schieferige Gesteine in dem Falle ebenfalls porphyrartig, wenn einzelne Krystalle in dem übrigens gleichförmigen Gefüge durch Gröfse und Gestalt sehr auffallend hervortreten, wie z. B. Feldspathkrystalle im Granit oder Granatkrystalle im Glimmerschiefer.

Diese porphyrartig hervortretenden Krystalle scheinen jedenfalls eine vorzugsweise Krystallisationskraft des sie bildenden Minerals zu verrathen, sei es nun, dafs dieses früher fest wurde, als seine Umgebungen, wie die Feldspathkrystalle in den Graniten, welche zuweilen zerbrochen und von der umgebenden

Masse wieder zusammengekittet sind, oder dafs es erst nachträglich in dem schon fertigen Gesteine sich Platz verschaffte, wie die Bleiglanzkrystalle im Gneifs neben manchen Erzgängen, die Eisenkieskrystalle im Kupferkies u. s. w.

Sind aber die eingeschlossenen Mineralkörper nicht krystallinisch und können sie auch nicht als losgerissene Theile eines früher vorhandenen Gesteins, sondern nur als Ausscheidungen betrachtet werden, so entsteht dadurch

7. die fleckige, knotige oder wulstige Textur, je nachdem diese Mineralkörper klein und zerstreut, wie im sogenannten Frucht- oder Fleckschiefer, oder gröfser und zusammenhängender, wie im knotigen und wulstigen Kalkstein, sind. Die ersteren, die kleinen Knötchen und dunklen Flecke im Fleckschiefer und Fruchtschiefer, scheinen durch Contact-Metamorphose, namentlich durch Einwirkung benachbarter Granite, entstanden zu sein, das läfst wenigstens im Erzgebirge ihre Verbreitung schliefsen; die letzteren dagegen sind wohl nur Folgen der Contraction des Gleichartigen.

An diese Texturarten schliefsen sich die mehr isolirten Ausscheidungen an, welche wir §. 49 als besondere Gestalten unter den Benennungen: Nieren, Kugeln, Adlersteine, Imatrasteine u. s. w. kennen lernen werden.

8. Blasig ist ein Gestein, wenn es abgerundete hohle Räume enthält. Sind diese sehr häufig, so dafs ihr Volumen ungefähr eben so viel beträgt als das ihrer Zwischenwände (also das des Gesteins selbst), so braucht man dafür den Ausdruck:

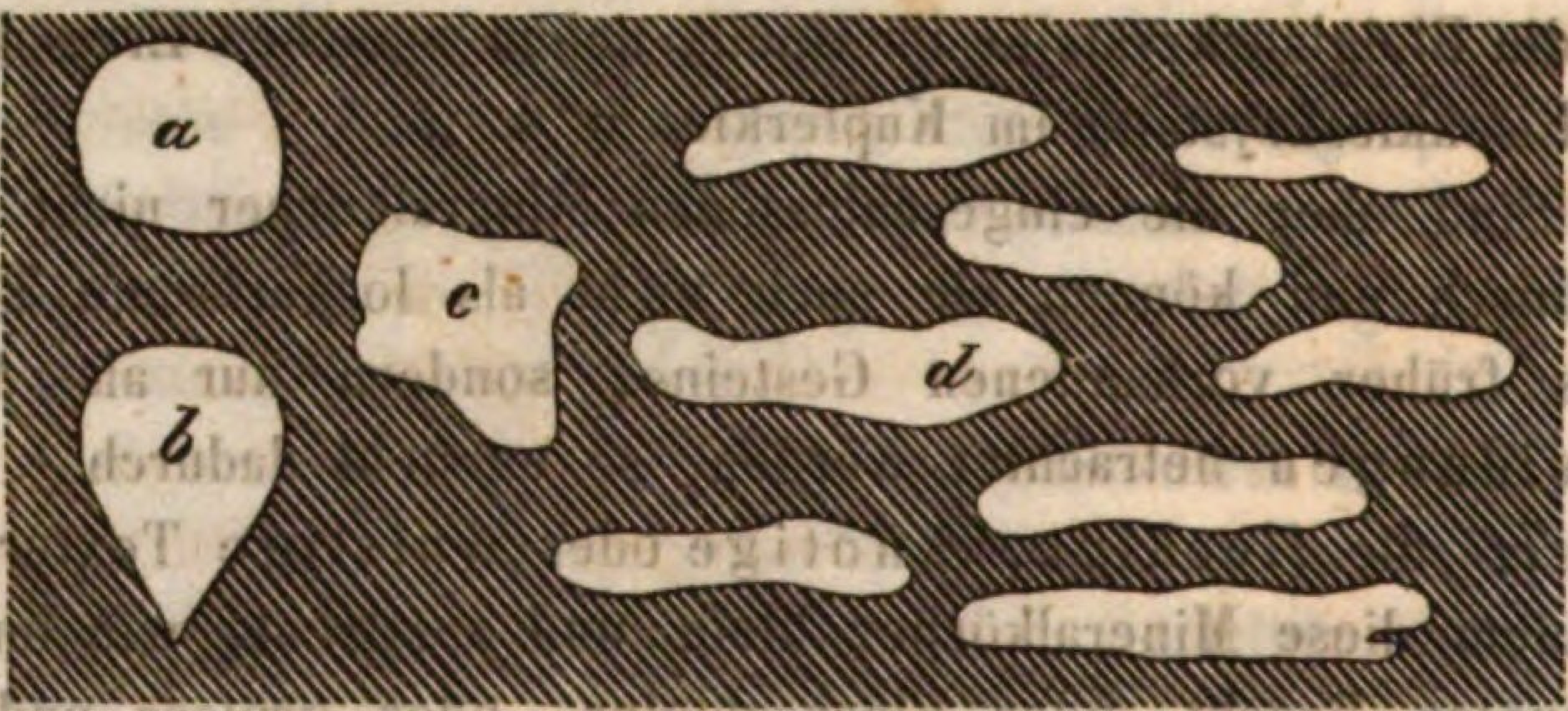
schlackig, und ist ihr Volumen im Vergleich zu dem des Gesteins ganz überwiegend, so nennt man diese Textur:

bimssteinartig, z. B. beim Bimsstein.

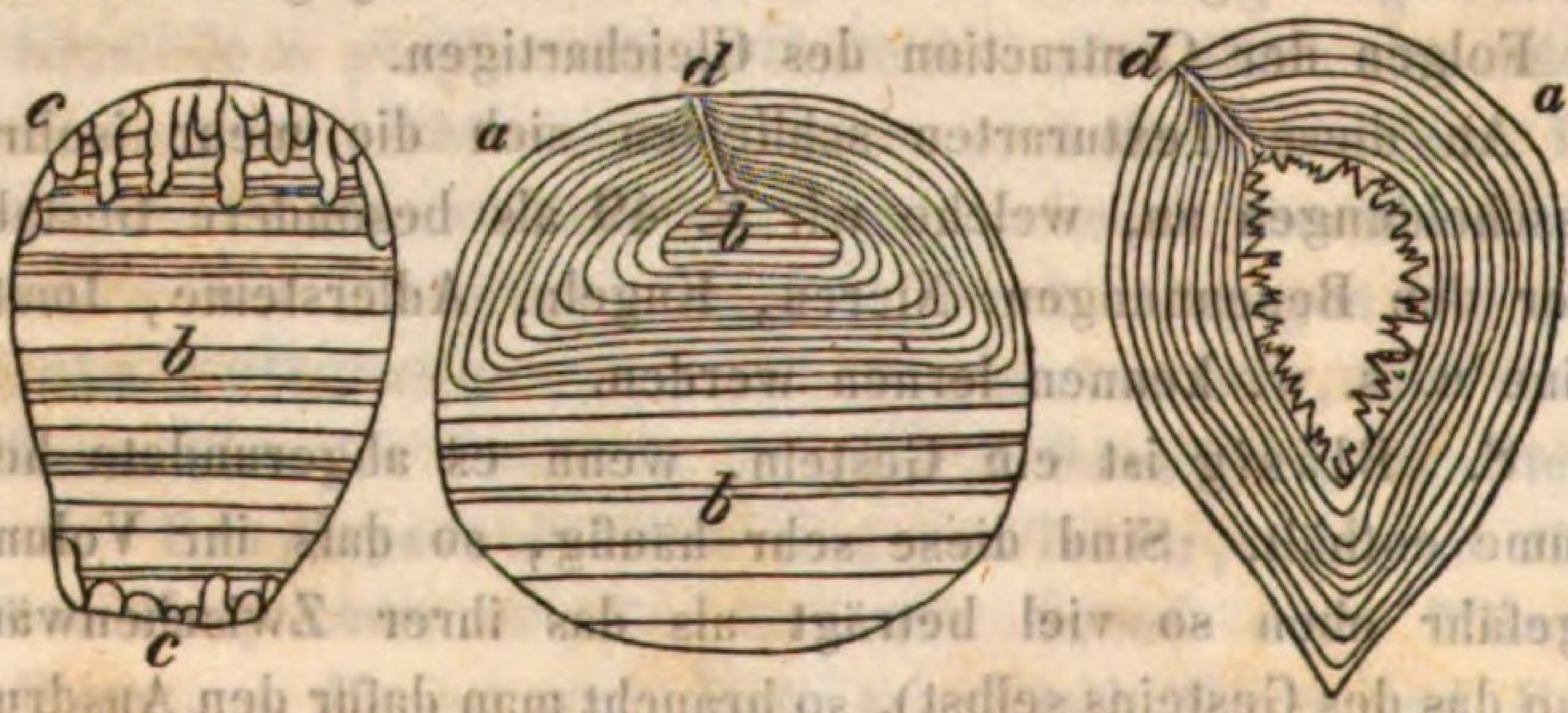
Sind die Blasenräume nicht leer, sondern mit verschiedenartigen Mineralien ausgefüllt, so wird diefs

9. mandelsteinartige Textur genannt, welche z. B. bei Grünsteinen, Glimmer-Porphyren, Melaphyren und Basalten sehr schön vorkommt. Zuweilen haben die Blasenräume und in Folge davon auch ihre Ausfüllungen, die Mandeln, ziemlich regelmäfsige Gestalten; sie sind z. B. kugelförmig (a), birnförmig (b), beilförmig oder unter sich parallel nach einer

Richtung in die Länge ausgedehnt (c), manchmal aber sind sie ganz regelmäfsig gestaltet (d).

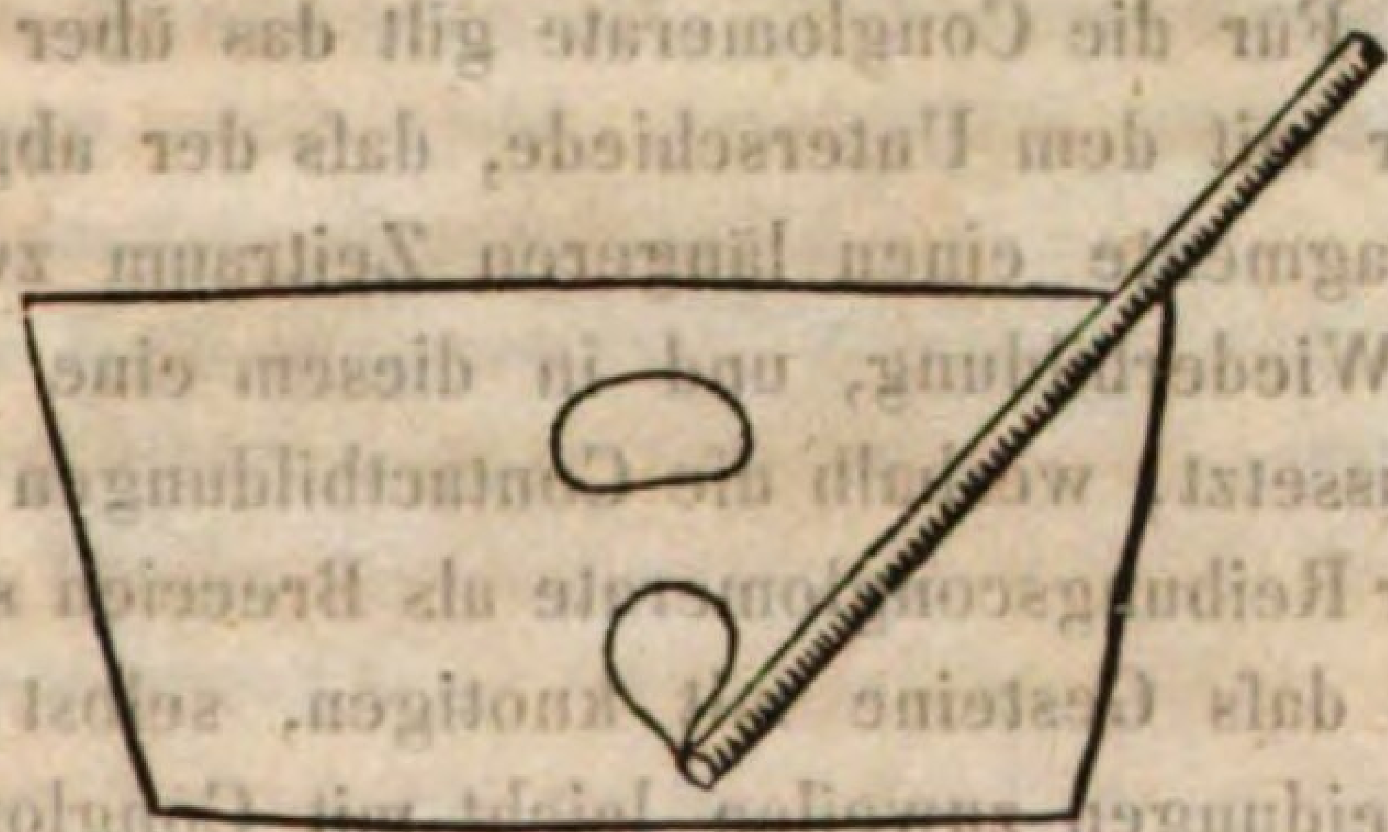


Ihre Ausfüllungsmassen (Achat, Quarz, Kalkspath, Zeolith, Grünerde u. s. w.) zeigen oft regelmäfsige Anordnung, z. B. concentrisch schalige (a) oder parallel lagenförmige (b) oder stalaktitische (c) oder Combinationen davon. Manchmal kann man auch den Weg ihrer Infiltration, die Infiltrationsöffnung (d), noch deutlich erkennen.



Die Gestalt der Blasenräume, welche stets von Gasentwickelungen in weichem Gestein herrühren, hängt offenbar ab von dem besonderen Zustande des Gesteins während der Gasentwickelung. War das Gestein unbewegt und dem Erstarren nahe, als die Gasblasen sich entwickelten, so blieben sie mit einem spitzen Ende an ihrer Entwickelungsstelle haften und erhoben sich darüber ballon- oder birnförmig; war es dagegen noch flüssig genug, um ihnen ein ruhiges Aufsteigen zu gestatten, so wurden sie rund; wurde es gleichzeitig unregelmäfsig oder nach einer Richtung hin bewegt, so gestalteten sie sich unregelmäfsig oder unter sich und der Bewegungsrichtung parallel (d).

Man kann diese Gestaltungen zum Theil künstlich nachahmen, wenn man z. B. durch ein feines Röhrchen langsam in einen starken Zuckersyrup bläst, wie die nachfolgende Figur zeigt.



So lange die dadurch entstehende Blase noch am Röhrchen haftet, gestaltet sie sich birnförmig; so bald sie aber sich losreifst, um aufzusteigen, zieht sie ihre Spitze an sich und erhält an deren Stelle im Gegentheil eine kleine Abplattung, weil der Druck von unten etwas stärker auf sie wirkt als von oben.

10. Drusig nennt man ein Gestein, wenn es von unregelmäfsigen, eckigen, an den Wänden mit krystallisirten Mineralien besetzten Räumen durchzogen wird, wie z. B. häufig der Dolomit. Solch ein Gestein läfst auf eine schnelle, sehr krystallinische Bildung oder auf eine spätere Umwandlung schliefsen da die Anwesenheit der Drusen in gewissem Grade dem Gesetze der Schwere widerspricht. Sind die unregelmäfsigen Räume klein und nicht mit Krystallen ausgekleidet, so braucht man auch den Ausdruck porös, z. B. beim Kalktuff, oder zuckerartig, wenn sie lediglich als kleine Zwischenräume krystallinischer Körner zu betrachten sind, wie bei einigem Dolomit.

11. Breccientextur ist es, wenn ein Gestein kantige Bruchstücke eines anderen, welches sogar aus denselben Mineralien bestehen kann, enthält. Breccienartige Gesteine setzen immer die Betheiligung mechanischer Gewalt bei ihrer Entstehung voraus; sehr oft findet man sie an den Rändern oder Grenzen anderer Gesteine, und dann deuten sie zuweilen an, dafs das Gestein, welches die Fragmente eines anderen umschliefst, dasselbe gewaltsam durchbrochen hat. Läfst sich eine solche Entstehungsweise deutlich erkennen, so nennt man diese Breccien Reibungsbreccien.

Sind aber die Fragmente des eingeschlossenen Gesteins abgerundet (Geschiebe), so wird die Textur

11. **conglomeratartig** genannt (wie z. B. bei Puddingsteinen). Für die Conglomerate gilt das über die Breccien Bemerkte, nur mit dem Unterschiede, dafs der abgerundete Zustand der Fragmente einen längeren Zeitraum zwischen Zerstörung und Wiederbildung, und in diesem eine gröfsere Abnutzung voraussetzt, weshalb die Contactbildungen der Eruptivsteine seltener Reibungsconglomerate als Breccien sind. Auch ist zu erwähnen, dafs Gesteine mit knotigen, selbst geschiebeförmigen Ausscheidungen zuweilen leicht mit Conglomeraten verwechselt werden können; einige sogenannte Puddingsteine gehören wohl zu den letzteren.

Sind die Gesteinskörner alle nur ganz klein und unter sich von ziemlich gleicher Gröfse, so wird die Textur

13. **sandsteinartig** genannt, welche auch als eine Modification der körnigen betrachtet werden kann.

Aufser diesen gewöhnlichsten Texturarten kommen an den Gesteinen der Erzgänge noch einige besondere vor, die hier nur kurz berührt werden mögen, da es nöthig ist, bei Besprechung der Erzgänge darauf zurückzukommen. (Vergl. v. Weifsenbach, Gangverhältnisse 1836).



a.b.c.d.e.f.g.h.i.k. l. k.i.h.g.f.e.d.c. b. a.

a und *d*, braune Blende, *b*, Quarz, *c* und *h*, Flufsspath, *e* und *g*, Schwerspath, *f* und *i*, Strahlkies, *k*, Kalkspath, *l*, Kalkspathdrusen.

14. **Die Lagentextur.** Die Mineralien oder Mine-

ralgemenge sind von beiden Seiten des Ganges nach der Mitte zu symmetrisch angeordnet, so dafs jedes Glied doppelt oder mehrfach doppelt da ist, wie in der vorstehenden Skizze.

15. Die Massentextur. Die einzelnen Mineralien oder Mineralgemenge sind nicht symmetrisch angeordnet, sondern liegen unregelmäfsig durcheinander.

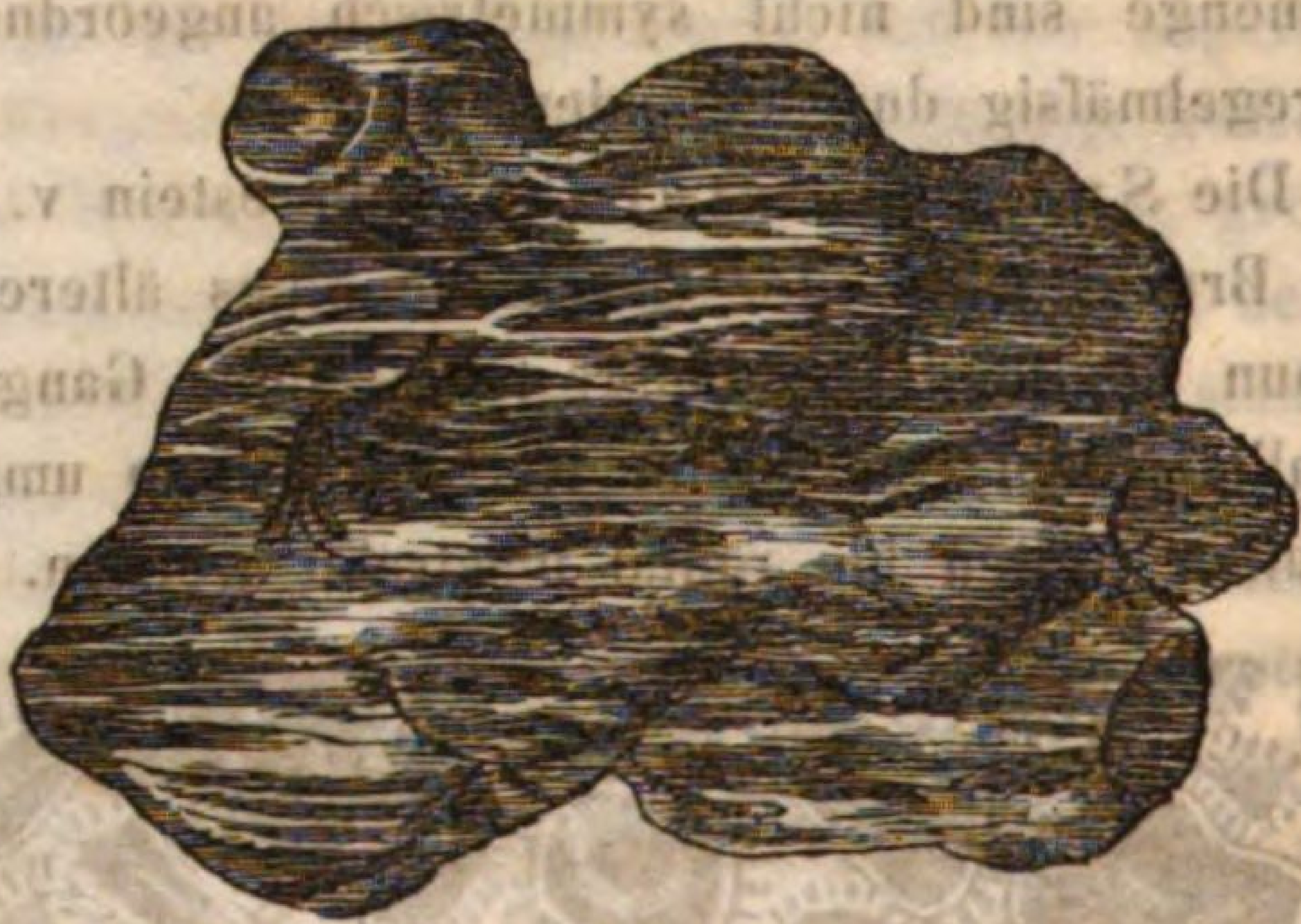
16. Die Sphärentextur (Sphärengestein v. Weifsenbach's). Bruchstücke oder Geschiebe eines älteren Gesteins, seien es nun Theile des Nebengesteines oder Gangtheile, sind von krystallinischem Quarz oder Karbonspath so umgeben, dafs sie nach allen Seiten hin radial umstrahlt werden.



§. 49. *Besondere Gestalten und Erscheinungen in und an den Gesteinen.* — Unter allen nicht durch Krystallisation bedingten Gestalten begegnet man im Mineralreiche am häufigsten der Kugelform. (Vergl. Roth, die Kugelformen im Mineralreiche, 1844). Wir lernten sie oben schon einmal bei der oolithischen und mit gewissen Modificationen bei der fleckigen und knotigen Textur kennen. Die Kugelform ist, wo sie nicht durch äufsere Krafteinwirkung bedingt ist, wie bei den Geschieben, offenbar ein Resultat gleichmäfsiger centraler Anziehung der Theile. Wir finden sie in den Gesteinen vorzugsweise unter folgenden Modificationen:

1. als Knollen, Nieren oder traubige Massen von gewissen Gesteinen oder Mineralien in anderen Gesteinen, z. B. Feuerstein in der Kreide, Hornstein in vielen Kalksteinen, Mergel im Lehm, Menilit im Klebschiefer. Die Feuerstein- und Hornsteinknollen dürften gewöhnlich durch organische Reste bedingt sein. (*Transact. of the geol. soc.* 1842. *p.* 181). Die

letzteren scheinen oft aus lauter Kugelsegmenten zu bestehen und zeigen sich von organischen Resten unabhängig; ich will hier daran erinnern, dafs in lange stehender, gut gemengter Porzellanmasse sich ebenfalls die Kieselerde zu einzelnen Knollen concentrirt.



Menilitknollen aus dem Klebschiefer.

2. Kreiselsteine, ellipsoidisch gestaltete compacte Sandsteinkörper.

3. Kugelförmige Körper in Porphyren und Pechsteinen. Sie bestehen zuweilen blos aus dichtem Felsit und sind dann manchmal traubig verwachsen, öfterer aber enthalten sie in einer Felsitrinde eckige Kerne von Chalcedon, manchmal mit concentrischen Lagen wie in den Mandelsteinen oder mit Quarzdrusen. Ebenso finden sich kugelförmige Kalkstein- oder Quarzconcretionen im Grauwackenschiefer und Eisenkieskugeln im Mergel und im Thon; selbst die merkwürdigen, aus lauter abwechselnden concentrischen Lagen von Albit und Hornblende



bestehenden Kugeln im Kugeldiorit von Corsika dürften hierher zu rechnen sein. Die Grundursache ihrer Entstehung scheint eine besondere Anziehung der gleichartigen Mineraltheile, doch könnten die Kugeln im Pechstein wohl ungeschmolzene Porphyrfragmente sein [Cotta, geogn. Wander. I. S. 98].

4. Adlersteine oder Imatrasteine, eisenschüssige hohle oder mit losem Sande ausgefüllte, mehr oder weniger kugelförmige Concretionen im Sandstein. Offenbar hatte sich bei diesen das Eisenoxyd zunächst zu Kugeln oder Knollen vereinigt, und da von letzteren die äufsere Rinde zuerst fest wurde, so fehlte es dann im Innern theils an Material zur Ausfüllung, theils an einem Bindemittel für die Sandkörner. [Jahrb. 1840, S. 714.] Wahrscheinlich gehören zu diesen Formen auch die Bohnerzkörner und die sogenannten ägyptischen Kiesel.

Wenn zwei oder mehre dieser Hohlkugeln oder Kugeln mit einander verwachsen sind, so nennt man sie auch wohl Brillensteine.

5. Septarien werden die ellipsoidischen Kalkstein- oder Thoneisenstein-Concretionen im Mergel genannt, welche bei ihrem Festwerden besonders im Innern vielfach zersprungen und dann gewöhnlich durch Kalkspath zusammengekittet sind.

Ihnen nahe verwandt, nur ohne Sprünge, sind

6. die Schwielen, flach ellipsoidische Körper, z. B. im Kupferschiefer, deren Centrum oft eine Versteinerung enthält.

7. Wülste, meist plattgedrückte, zuweilen schlangenförmige Körper im Sandstein und im Kalkstein; ein Theil derselben ist sicher organischen Ursprungs [Jahrb. 1807 S. 1, 1841 S. 265]. Auch sind ähnliche Erscheinungen durch Ausfüllung von Austrocknungsspalten entstanden.

8. Kugelwülste. Der Grünstein, bei Berneck z. B., durchdringt in Gestalt kugelig angeschwollener Wülste von 1—2′ Durchmesser den Thonschiefer; diese Wülste zeigen im Querbruch concentrisch und zugleich radial gestellte Blasenräume [Jahrb. 1843, S. 176.]

9. Bomben nennt man die theils hohlen, theils einen fremdartigen Kern umhüllenden Schlackenkugeln, welche von Vulkanen ausgeschleudert werden.

10. **Stylolithen**, eine eigenthümliche Gestaltung, die hier und da besonders im Kalkstein vorkommt; es sind canelirte, nicht ganz regelmäfsig gestaltete, aber meist der Cylinderform genäherte Säulen. Oft sitzt auf ihrer einen Endfläche eine Muschelschale, durch deren Bewegung die sonderbare Gestalt als eine raumumschliefsende Reibungsfläche bedingt scheint. Diese Stylolithen erinnern lebhaft an die Gestalt der Eisprismen, welche im Winter zuweilen aus dem Boden hervortreiben, und an die hinterlassenen Räume, welche durch die von den Sonnenstrahlen vermittelte Bewegung von Baumblättern im Eise bewirkt werden [Jahrb. 1837 S. 496].

11. **Tuten.** Die Bildung der sogenannten Tuten, kegelförmiger an der Oberfläche gerunzelter Körper oder Absonderungen, kommt besonders im Mergel und in Mergelkalksteinen vor, man unterscheidet danach sogar einen besonderen Tutenmergel. Werden diese Tuten sehr klein, so gehen sie über in die sogenannten **Nägel** (Nagelkalk). Ihre Ursache ist noch nicht erkannt.

12. **Stalaktiten** nennt man die durch Niederschlag aus herabtropfenden Solutionen, ähnlich, wie Eiszapfen gebildeten Körper und

13. **Stalagmiten** die ihnen vom Boden, wo die Tropfen auffallen, entgegensteigenden entsprechenden Bildungen. Beide finden sich vorzugsweise in Spalten, Höhlen, Blasenräumen und alten Grubenbauen.

Mit den Stalaktiten und Stalagmiten nahe verwandt sind die vielartigen besonderen Gestaltungen, welche durch Kalksinterüberrindungen hervorgebracht werden.

14. **Dendriten** sind pflanzenförmig gestaltete Ausbreitungen von Metalloxyden oder Metallen, am häufigsten von Mangan und Eisen, in engen Klüften oder sogar im dichten Innern einiger Gesteine. Wir können dieselben künstlich nachahmen durch Niederschlag des Silbers aus einer sehr dünn ausgebreiteten Solution, durch Ineinanderlaufenlassen einiger Farben, durch Auseinanderreifsen zweier mit Oel und dergl. bestrichener Platten, und endlich bilden sich an allen kalten Wintertagen dendritische

Eisgestalten durch Sublimation und Krystallisation des Wassers an unseren Fensterscheiben.

Diese bisher genannten besonderen Gestalten sind wesentlich durch die Natur und Entstehungsweise der Gesteine, denen sie angehören, bedingt; es finden sich aber auch mehre eigenthümliche Gestaltungen an Gesteinen, besonders an ihrer Oberfläche, die vorzugsweise durch äufsere Einwirkungen auf die vorhandenen Gesteine verursacht und durch deren innere Natur nur modificirt sind. Dahin gehören namentlich

15. die Auswaschungen, Erosionen, durch fliefsendes Wasser oder durch Regen, wodurch oft die festeren Gesteinstheile als erhaben hervortreten, während die leichter zerstörbaren dazwischen theilweise weggeführt sind. (Zellige ausgefressene Oberfläche vieler Sandsteine, mancher Kalksteine, des Gypses u. s. w.). Der Erscheinung nach sehr nahe verwandt sind auch

16) die Ausnagungen durch gewisse Thiere, so an den Meeresufern durch Bohrmuscheln.

17) Die Riesentöpfe oder Karren, beide offenbar durch das stete Auffallen oder Rinnen von Wasser auf gewissen Stellen der Gesteinsoberfläche veranlafst, welches in den meisten Fällen wahrscheinlich durch das Hinabstürzen durch Gletscherspalten oder Löcher bedingt wurde, wobei jedoch auch in diesen Löchern vom Wasser bewegte Steine zuweilen besonders kräftig mitgewirkt zu haben scheinen. Blieben die Veranlassungen des Wassersturzes (z. B. die Gletscherspalten und Löcher) an derselben Stelle, so entstanden dadurch die oft mehre Fufs tief, fast cylindrisch oder kesselförmig ausgehöhlten Riesentöpfe. Ob aber die sogenannten Karren durch ein stetes Vorrücken solcher Fälle, oder durch das Rinnen des Wassers am Boden einer langen Spalte entstanden seien, ist noch nicht festgestellt, sie finden sich nur in weichen Gesteinen, wie im Kalkstein. (Jahrb. 1840. S. 717, 1844. S. 109, Poggend. Annal. 1838. Bd. 43, *Agassiz*, *études sur les glaciers.*)

18) Erdpfeifen, cylindrische oder konische, einen bis mehre Fufs weite Löcher, welche durch eine oder mehre mächtige Schichten hindurch gehen (besonders in der Kreide). Sie lassen sich einigermafsen den Riesentöpfen vergleichen, finden

sich aber nur in weichen Schichtgesteinen und gewöhnlich unterirdisch. (Jahrb. 1843. S. 234 u. 235. *Phil. Mag.* 1844. *Jan. p.* 521.)

19) Höhlen (Gypsschlotten, Krystallschlotten) durch Auswaschung löslicher Gesteine (Steinsalz, Gyps), durch Gasentwickelung bei der Gesteinsbildung oder auch durch Spaltenbildung und nachherige Auswaschung gebildet, später gewöhnlich zum Theil oder ganz mit Höhlenschlamm, Knochenbreccie, Bohnerz oder Kalksinter erfüllt. Der Querschnitt der Höhle von Gailenreuth ist durch die nachfolgende Skizze ungefähr versinnlicht; dabei bezeichnen die dunkel horizontal schraffirten Partieen den Höhlenschlamm mit seinen Knocheneinlagerungen.



(Jahrb. 1830 S. 363, 1832 S. 112, 1838 S. 38, 1834 S. 714, 1835 S. 123, 1836 S. 620, 1837 S. 365, 1844 S. 105 und 226; *v. Leonhard*, populäre Geologie II. 323, III, 28. 487.)

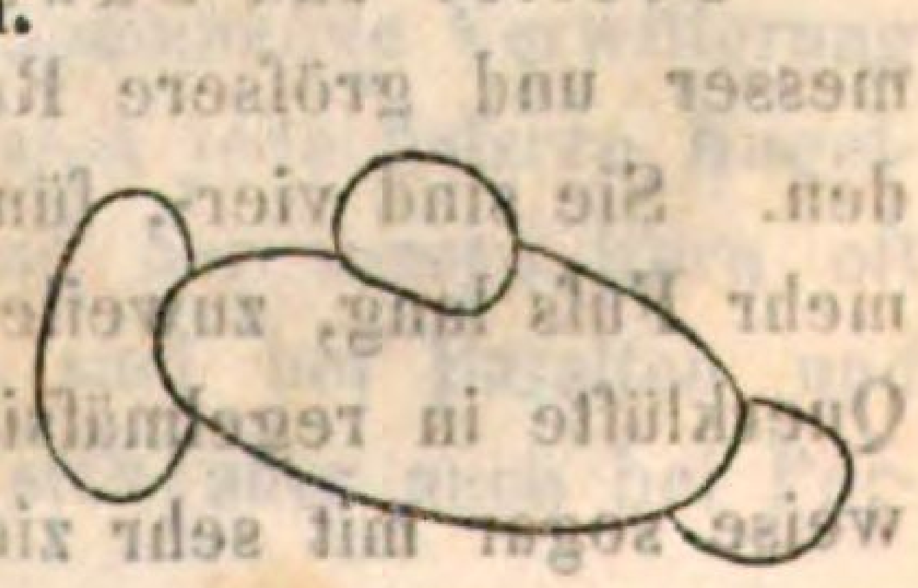
20) Reibungsflächen (Rutschflächen, Schliffflächen, Spiegel, Harnische, gefurchte Oberflächen), nicht nur zuweilen eben geschliffen oder spiegelblank polirt, sondern oft auch parallel gefurcht oder geritzt. Sie können nur durch gewaltsames über das Gestein Hinwegschieben stark aufgedrückter fester Massen hervorgebracht worden sein. Sie finden sich eines Theils, und zwar am häufigsten im Innern des Gesteins

auf Gängen oder Klüften und sind dann durch Verschiebung des Gesteins am Gestein entstanden. Diese zeichnen sich oft durch eine eigenthümliche, anscheinend durch Compression entstandene Spiegelsubstanz aus. (Jahrb. 1826 II. S. 81, 1837 S. 536, 1841 S. 485 und 1842 S. 656.) Anderen Theils aber findet man sie an der Oberfläche der Felsen, und diese müssen in den meisten Fällen durch das Darüberhinwegschieben von Gletschern oder von Treibeis entstanden sein. (Vergl. S. 40. und Jahrb. 1838 S. 192, 1840 S. 617, 1841 S. 670, 672, 1843 S. 571, 1844 S. 218, 220, 557, 559, 561, 680, 685). Aehnliches ist zuweilen auch durch Menschenwirkung, Hemmschuhe u. dergl. veranlafst. (Jahrb. 1844 S. 562.)

21) Geschiebe, so nennt man alle durch äufsere Reibung (Schiebung) abgerundete Gesteinskörper. Ihre Gestalt ist mehr oder weniger der Kugel oder dem Ellipsoid genähert, je nach der ursprünglichen Gestalt des Fragmentes, seiner besondern Textur und Härte und dem Grade der Reibung. Geschiebe von Schiefergesteinen sind wegen dieser Textur stets flach ellipsoidisch, und jede Neigung zum Linearparallelismus bewirkt sogleich eine vorherrschende demselben parallele Längenaxe der Geschiebe.

Die meisten Geschiebe sind in bewegtem Wasser, z. B. in Gebirgsflüssen, durch stetes Fortrollen gebildet, doch hat man beobachtet, dafs auch Gletscher unter ihnen liegende Gesteinsfragmente durch ihre Bewegung auf ähnliche Weise abrunden (*Agassiz*, *études sur les glaciers*) und dafs ferner einige Geschiebe, von Letten umschlossen, auf Gangspalten gefunden werden, in denen sie durch Bewegung der beiden Gebirgshälften auf einander, ungefähr wie die Marmorkugeln in einer Schussermühle, entstanden sein dürften (v. Weifsenbach, Gangverhältnisse S. 12); endlich sind offenbar auch durch Contactreibung bei Eruptionen die losgerissenen Fragmente in gewissem Grade abgerundet worden.

Die Geschiebe bilden das bezeichnende Material der Conglomerate. Besonders merkwürdige Formen und Stellungen zeigen sie zuweilen in der Nagelfluhe, sie sind nämlich darin



gegenseitig in einander eingedrückt. (Jahrb. 1836 S. 196, 1840 S. 525, 1841 S. 450.)

§. 50. *Absonderung der Gesteine.* — Wir finden fast alle Gesteine durch innere Grenzen (Klüfte) in mehr oder weniger regelmäſsige Gestalten gesondert und nennen das ihre Absonderung, oder in einem besonderen Falle Schichtung, wovon §. 52 handelt. Die durch Absonderungsklüfte hervorgebrachten Gestalten sind theils ganz unregelmäſsige, theils ziemlich regelmäſsige. Im ersteren Falle nennt man sie, wenn die gesonderten Theile klein sind, Zerklüftung (sehr gewöhnlich bei Porphyr und Kieselschiefer), und, wenn sie gröſser sind, massige Absonderung (besonders charakteristisch am Granit und Syenit). Im letzteren Falle unterscheidet man namentlich folgende Formen: Quadern, Cuben, Parallelepipede, Platten, Tafeln, Schalen, Pfeiler, Säulen, Stifte, Cylinder, Kugeln, Ellipsoide und Knollen. Obwohl diese Ausdrücke gröſstentheils an und für sich verständlich sind, so wird es doch angemessen sein, sie z. Th. noch näher zu besprechen.

Die quaderförmige, cubische und parallelepipedische Absonderung kommt am häufigsten bei geschichteten oder schieferigen Gesteinen vor, wo dann in der Regel eine Fläche der Quadern, Würfel oder Parallelepipede der Schichtung oder Schieferung entspricht und folglich eine etwas andere Bedeutung hat als die übrigen, (Sandstein, Kalkstein, Kieselschiefer, Thonschiefer).

Platten- und tafelförmige Absonderung, die der Form nach leicht verwechselt werden kann mit Schichtung, findet sich häufig bei Basalt, Phonolith und Porphyr. Schalen, gekrümmte dünne Platten, oder Tafeln kommen z. B. vor bei Porphyren und bei Basalten, bei jenen oft verbunden mit Säulenform, bei diesen gewöhnlicher mit Kugelform.

Pfeiler und Säulen, letztere durch geringeren Durchmesser und gröſsere Regelmäſsigkeit von ersteren unterschieden. Sie sind vier-, fünf-, sechs- oder mehrseitig, 10, 20 oder mehr Fuſs lang, zuweilen in ziemlich gleichen Abständen durch Querklüfte in regelmäſsige Glieder getheilt (*a*) und ausnahmsweise sogar mit sehr zierlichen convexen Abgliederungsflächen

(*b*), oder mit kronenförmig verlängerten Spitzen der Glieder (*c*) versehen.



Absonderung des Basaltes auf der Insel Staffa.

Diese Formen der Absonderung sind ganz besonders bezeichnend für den Basalt (z. B. bei Stolpen in Sachsen, bei Unkel am Rhein, auf der Insel Staffa), sie finden sich aber auch beim Porphyr (Altenhein bei Oederan, Hutta bei Tharandt, Ilmenau), beim Phonolith und bei manchen verwandten Gesteinen. Geschichtete Gesteine sind zuweilen parallel der Schichtung säulenförmig zerspalten; im letzteren Falle sind zwei unter sich parallele Säulenflächen zugleich Schichtflächen. Stengel und Stifte sind sehr kleine Säulen; im Thonschiefer der Schieferung parallel gehend, haben sie Veranlassung zu den Schieferstiften gegeben, die aber jetzt nicht mehr aus so abgesondertem Thonschiefer gemacht werden.

Cylinder kommen nur selten als Absonderungsform vor, z. B. an den sogenannten Umläufern des Trachytes am Stenzelberge bei Bonn; diese sind zugleich concentrisch schalig.

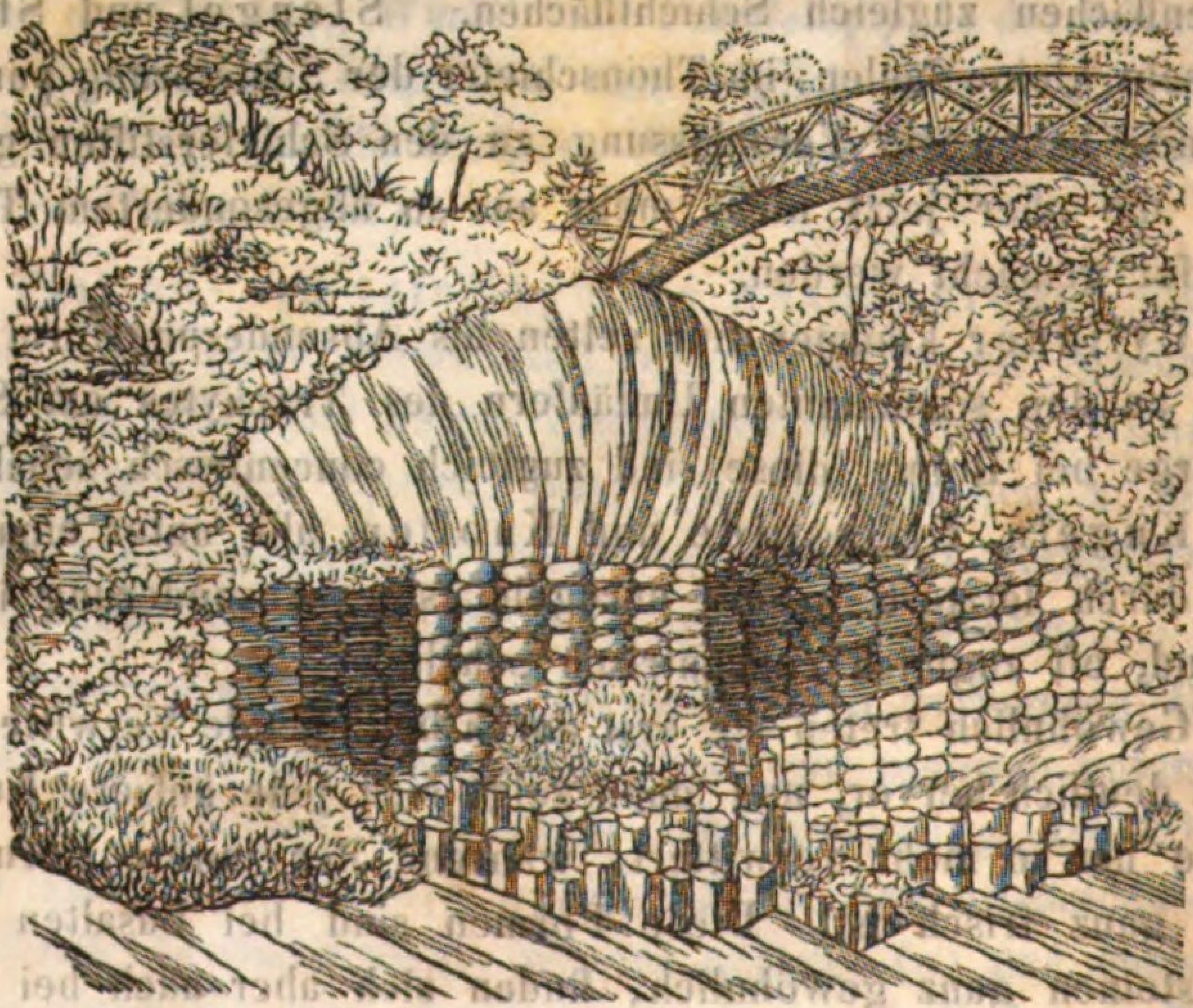
Kugeln, Ellipsoide und Knollen, alle unter einander und durch letztere in die unregelmäfsige Absonderung übergehend, oft zugleich concentrisch schalig.

Gewöhnlich treten sie erst durch beginnende Verwitterung recht deutlich hervor, und dann zeigt sich jede äufsere Kugelschale um so mehr verwittert, während der innere Kern oft noch ganz frisch ist. Diese Formen sind bei Basalten und Grünsteinen ganz gewöhnlich, finden sich aber auch bei Por-



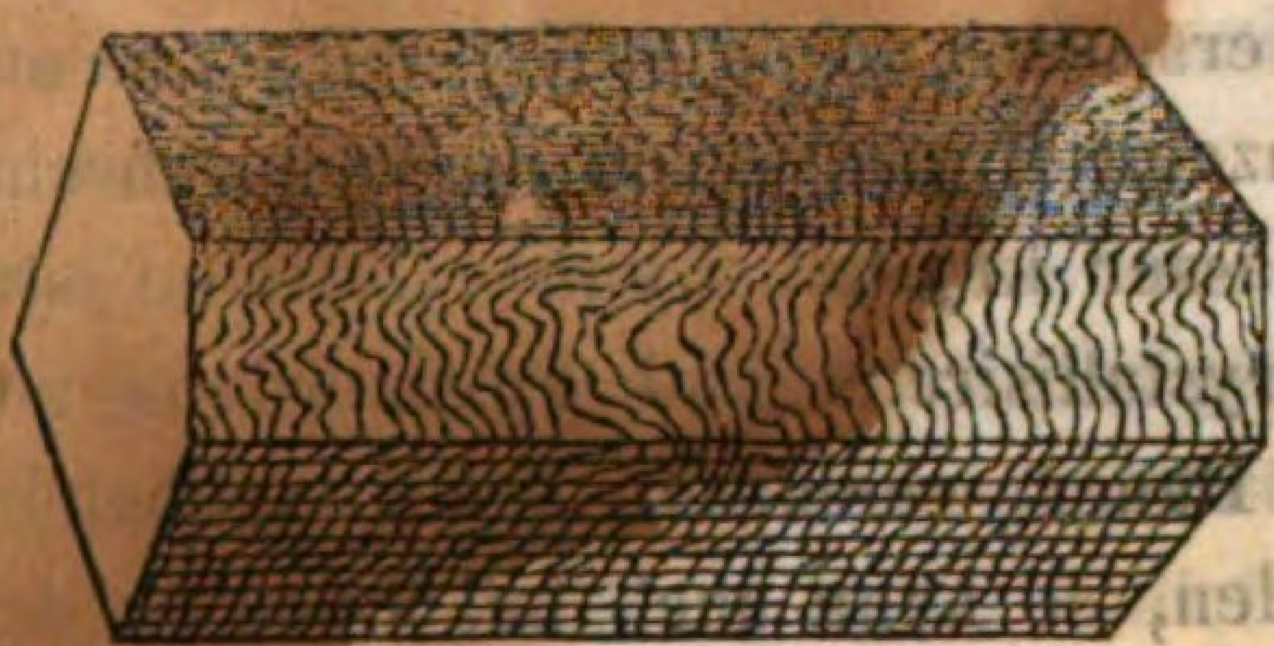
phyren und Graniten. Man hat sie von ½ Fuſs Durchmesser bis zu auſserordentlichen Gröſsen beobachtet, am Basalt bei Ober-Cassel unweit Bonn bis zu 500 oder 600 Fuſs Durchmesser. Die einzelnen Kugeln oder Ellipsoide liegen meist gedrängt neben einander, seltener zerstreut in einem massig abgesonderten Gestein, in welchem letzteren Falle sie vielleicht mehr zu den S. 126 beschriebenen Formen zu rechnen sind.

Sehr häufig kommen mehre Absonderungsformen mit einander combinirt vor; so sind z. B., wie erwähnt, die meisten Kugeln zugleich concentrisch schalig, oft aber auch auſser-



dem noch in Säulen geordnet; diese dreifache Absonderung ist sehr schön bei Bertrich in der Eifel an einem basaltischen Lavastrom zu sehen, welcher sich in ein Thal über Grauwackenschiefer ergossen hat und hier die künstlich hergestellte sogenannte Käsegrotte bildet. (S. vorst. Holzschnitt.)

Die Säulen bestehen zuweilen aus lauter kurzen Tafeln, welche rechtwinkelig oder schräg ihre Axe durchschneiden, z. B. gewöhnlich beim Phonolith, oder sogar aus gekrümmten Schalen, welche ihnen dann auf der Oberfläche ein damascirtes Ansehen verleihen, z. B. dem Porphyr des Wachenberges bei Weinheim.



§. 51. *Theorie der Absonderung.* — Alle Absonderung ist offenbar bedingt durch eine Volumenverminderung, welche während und besonders nach dem Festwerden der Gesteine eintrat. Bei dem grofsen Volumen der einzelnen Gesteinsmassen mufste eine solche Volumenverminderung nicht blofs ein Kleinwerden der Totalmasse, sondern auch eine innere Zerspaltung bewirken, so dafs jeder jetzt von Spalten oder Klüften umschlossene Theil in sich etwas kleiner wurde, welchem Umstande eben die Absonderungsklüfte ihre Entstehung verdankten.

Wir sehen dergleichen Contractionen und Absonderungen noch jetzt entstehen, wenn schlammige Niederschläge, z. B. Teichschlamm, austrocknen oder wenn Laven erkalten. Im ersteren Falle wird die Volumenverminderung durch Entweichen von noch beigemengtem Wasser, im letzteren durch Entweichen von Wärme und durch die damit verbundene Zusammenziehung bedingt. Eine natürliche Folge des Unterschiedes dieser beiden Entstehungsarten ist es, dafs die Spalten durch Austrocknung sich in der Regel weiter öffnen, als die durch Erkaltung; und demgemäfs finden wir auch wirklich die Absonderungsklüfte bei allen aus Wasser abgelagerten Gesteinen in der Regel offener, als bei den durch Abkühlung und Erstarrung fest gewordenen.

Rücksichtlich der letzteren hat G. Bischoff interessante Versuche mit künstlich geschmolzenen Gesteinsmassen angestellt, welche sehr gut mit den Absonderungsphänomenen an den krystallinischen Massengesteinen überein stimmen. (Jahrb. 1843 S. 1.) Aus diesen Versuchen, sowie aus der Natur selbst, geht auch hervor, dafs die Absonderungsklüfte um so häufiger werden, je schneller die Abkühlung erfolgt, und dafs sie sich um so regelmäfsiger ordnen, je regelmäfsiger die Abkühlung von einzelnen bestimmten Flächen ausgeht, die Säulen z. B. stets rechtwinkelig auf die grofsen Erkaltungsflächen, die Platten meist parallel damit. Ferner ergiebt sich daraus, dafs sie bei deutlich krystallinischen Gesteinen erst nach erfolgter Krystallisation aufgerissen sind, so dafs sogar einzelne Krystalle von ihnen durchschnitten werden.

Da aus Wasser krystallisirende Gesteine sich unmittelbar während des Krystallisirens und Festwerdens auch von allem nicht für die Dauer chemisch damit verbunden bleibenden Wasser abscheiden, so kann auch bei ihnen die Absonderung nie durch späteres Austrocknen entstanden sein.

Aufser den beiden genannten Hauptursachen der Absonderung der Gesteine, kann man aber zwei mehr untergeordnete beobachten; das sind starke Temperaturwechsel und die steten Einwirkungen des Verwitterungsprocesses, bei welchen letzteren ebenfalls die kleinen täglichen und jährlichen Temperaturschwankungen unverkennbar mitwirken.

Die Absonderung durch starke Temperaturwechsel kann man häufig in Hohöfen und in Glashütten beobachten, die Gestellsteine und die Glashäfen werden dadurch säulenförmig abgesondert, und eben so finden wir oft Sandsteine, Schieferthone, Kohlen u. dergl. in der unmittelbaren Nähe des Basaltes und zuweilen auch in der des Porphyres verändert. Es ist wohl möglich, dafs dieser Vorgang wesentlich kein anderer ist, als die Absonderung durch Abkühlung.

Durch Verwitterung tritt zuweilen in Gesteinen eine schalige oder kugelförmige Absonderung hervor, die im frischen Zustande nicht sichtbar ist. Doch dürfte wohl die Grundursache dazu in diesen Gesteinen schon gegeben sein.

Eine besondere Erscheinung sind die S. 134 erwähnten damascirten Bänder oder Lagen; sie müssen nothwendig

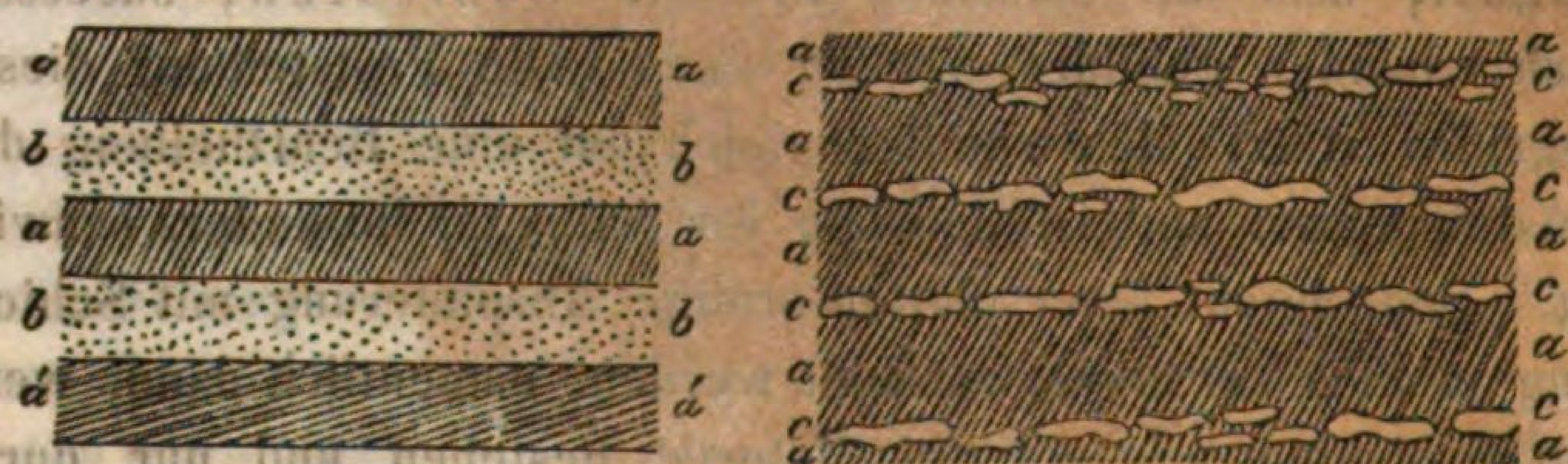
schon vor der Erstarrung und Absonderung in Säulen, also in der noch weichen Masse gebildet worden sein; ähnliche Bänder zeigen sich zuweilen in Eisenschlacken durch ungleiche Färbung.

§. 52. *Schichtung.* — So nennt man die Zertheilung der Gesteine in unter sich ziemlich parallel liegende Platten, sobald aus der Natur des Gesteins und der Absonderung hervorgeht, dafs die einzelnen Platten, Schichten, successiv nach einander gebildet worden sind. Die Feststellung dieses Begriffes stützt sich somit zugleich auf eine Beurtheilung der Entstehungsart und ist defshalb für Anfänger besonders schwierig. Sehr leicht kann plattenförmige Absonderung mit Schichtung *et vice versa* verwechselt werden, namentlich dann, wenn alle Schichten aus einerlei Material bestehen und nur durch Schichtungsklüfte von einander getrennt sind. Wenn dagegen die einzelnen Schichten aus etwas ungleichartigem oder ungleich gefärbtem Material bestehen oder durch etwas abweichende dünnere Zwischenlagen (Sandstein durch Schieferthon) von einander getrennt sind, oder mit der Anordnung besonderer Gemengtheile, z. B. grober Geschiebe oder Versteinerungen in ihrem relativ unteren Theile, parallel gehen, dann kann kein Zweifel über ihre echte Schichtennatur bestehen, selbst wenn in solchen Fällen Schichtungsklüfte gar nicht vorhanden sein sollten, wie das bei den meist lagenförmig genannten chemischen Sedimenten (Kalksinter, Bandachat, Halbopal) häufig der Fall ist, vergl. auch S. 30. Schichtung ist übrigens stets ein Resultat priodischer Ablagerung.

§. 53. *Verhalten der Schieferung zur Schichtung.* — Schieferung ist in den meisten Fällen nichts Anderes als eine sehr dünne Schichtung. Sie läuft deshalb in der Regel mit der Schichtung parallel und bezeichnet kleinere Bildungsperioden, vielleicht z. B. die der Ebbe und Fluth oder des Wellenschlages, zwischen gröfseren. Aber dieser Parallelismus findet nicht immer statt. Zuweilen weichen beide Richtungen in demselben Gestein oder in demselben Schichtencomplex mehr oder weniger von einander ab, und die Schieferung wird dann von der Schichtung unter gewissen Winkeln durchschnitten. Man hat diese incongruente oder abweichende

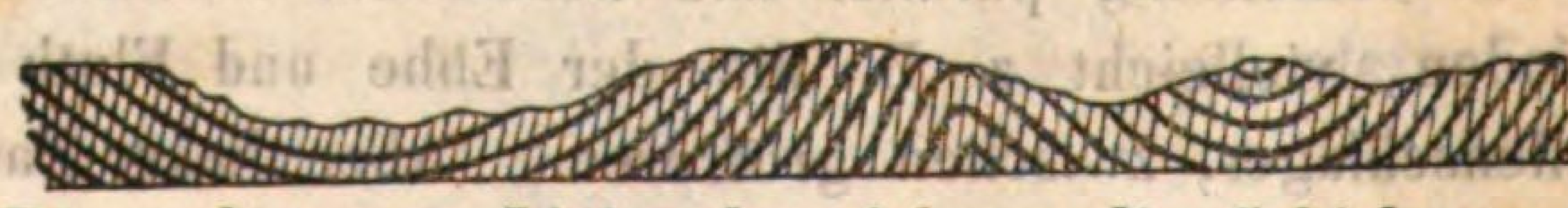
Schieferung zuweilen falsche Schieferung genannt, doch dürfte die erstere Bezeichnung vorzuziehen sein.

Dieses sonderbare Verhalten ist oft ganz besonders deutlich in den Wechsellagerungen des Grauwackenschiefers mit Grauwackensandstein ausgesprochen. In dem Grauwackengebiete des östlichen Thüringer Waldes findet man sehr häufig Fälle wie die hier skizzirten.



a) Grauwackenschiefer,
b) Grauwackensandstein,
c) Kalksteinknoten, welche perlschnurartige Schichten bilden.

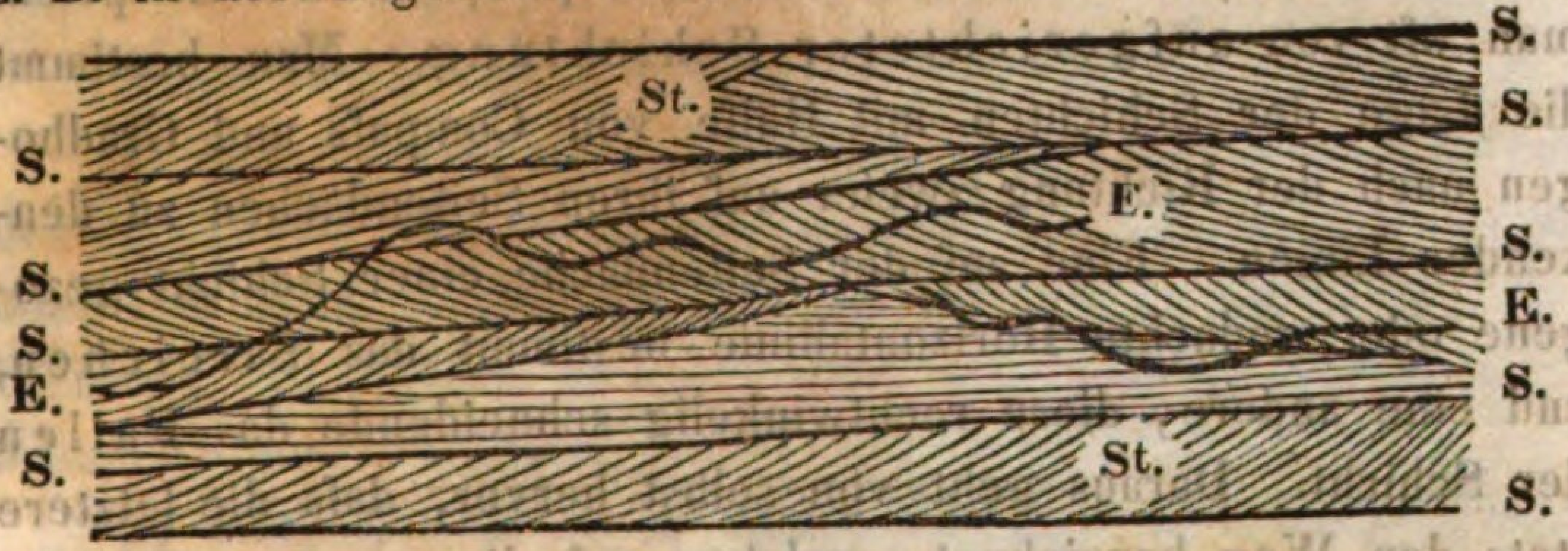
Die durch Schraffirung angedeutete Schieferung geht hier überall nicht mit der Schichtung parallel, wie man bei ganz gleichartiger Entstehung erwarten sollte, und was dabei noch besonders merkwürdig erscheint, ist, dafs die abweichende Schieferung oft (auch in den obigen Skizzen mit Ausnahme von *á*) unter sich in den verschiedenen Schichten *a*, *a*, *a*, parallel läuft. Das ist um so schwieriger zu erklären, da man selbst da, wo die Schichten stark gebogen sind, wie an der Polwand bei Saalfeld, dennoch die Schieferung in sich gleichbleibender, unter sich paralleler und somit von den Biegungen unabhängiger Richtung vorfindet, als sei sie erst nach der Biegung der Schichtung entstanden. Ganz Aehnliches beobachtete Murchison vielfach in den englischen Grauwackenbildungen, und die folgende Skizze ist von ihm entlehnt.



Die gebogenen Linien bezeichnen die Schichtung, die feineren, beinahe senkrechten, die Schieferung des Grauwackenschiefers.

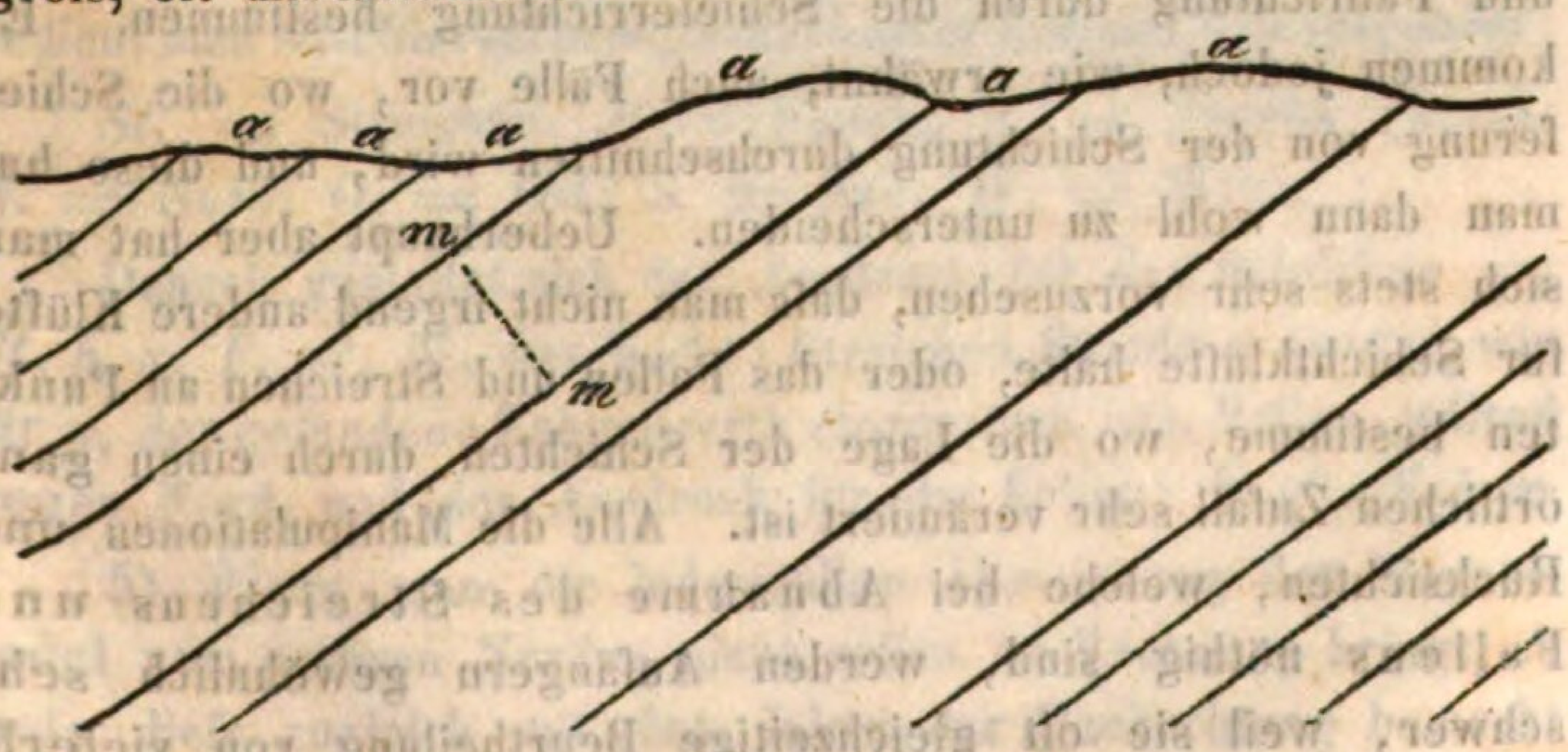
Die volle Erklärung dieses Phänomens ist noch nicht gefunden; in vielen Fällen allerdings kann es auf dieselbe Art

wie die discordante bunte Streifung vieler Sandsteine durch Anschwemmung einzelner Wellen (also als feine Schichtung) erklärt werden, wodurch man ganz ähnliche Bildungen an Meeresküsten entstehen sah (Bronn, Gesch. d. Nat. I. S. 194 und 207). Letztere, gewöhnlich durch lagenweise Vertheilung des Eisenoxydes besonders deutlich hervortretende Streifung zeigt sich vorzüglich schön oft im bunten Sandstein; Verf. fand sie z. B. in der Gegend von Saarbrücken so:



(S. Schichtungsklüfte, St. Streifung), wobei die Eisenoxydadern (E), welche sogar aus einer Schicht in die andere eindringen, noch außerdem sehr auffallen müssen.

§. 54. *Mächtigkeit, Ausgehendes, Streichen und Fallen der Schichten.* — Die rechtwinkelige Entfernung von einer breiten Begrenzungsfläche, Seite, einer Schicht zur anderen heißt die Dicke oder Mächtigkeit derselben (m. m.) Diese steigt von $\frac{1}{10}$ Zoll bis zu 20 oder 30 Fuß an. Die Ausdehnung nach den übrigen Richtungen ist gewöhnlich sehr groß, oft unbestimmbar.



Wenn die schmalen Enden der Schichten irgendwo die

Gebirgsoberfläche berühren, zu Tage ausgehen oder ausstreichen, so nennt man das ihre Ausgehenden, ihr Ausstreichen (a. a.); wenn aber die Schichten sehr aufgerichtet sind und mit ihren breiten Seiten nahe senkrecht stehen, so heifsen diese Ausgehenden auch Schichtenköpfe.

Die Schichten liegen horizontal (söhlig), geneigt (flach) oder stehen senkrecht (saiger); im letzteren Falle sagt man gewöhnlich: sie stehen auf dem Kopfe, im zweiten spricht man oft von aufgerichteter Schichtung. Man bestimmt die Lage der Schichten mit Hülfe von Compafs und Gradbogen nach der Richtung zweier auf ihren Seitenflächen zu denkender Linien. Eine auf der Seitenfläche einer Schicht gezogene oder gedachte Horizontallinie bestimmt das Streichen, und eine andere, diese rechtwinkelig schneidende das Fallen der Schicht. Daraus geht von selbst hervor, dafs die letztere stets den Weg bezeichnet, welchen auf die geneigte Schichtfläche gegossenes Wasser einschlagen würde. Bei senkrechter Schichtung steht auch die Falllinie senkrecht, und es kann hier somit nicht angegeben werden, nach welcher Himmelsgegend sie sich neigt, was bei geneigter Schichtung verlangt wird. Bei ganz söhliger Schichtung liegt natürlich die Falllinie wie die Streichlinie horizontal, und es findet keine Unterscheidung beider mehr statt.

Bei schieferigen Gesteinen ist die Schichtung in der Regel der Schieferung parallel, und man kann dann die Streich- und Fallrichtung durch die Schieferrichtung bestimmen. Es kommen jedoch, wie erwähnt, auch Fälle vor, wo die Schieferung von der Schichtung durchschnitten wird, und diese hat man dann wohl zu unterscheiden. Ueberhaupt aber hat man sich stets sehr vorzusehen, dafs man nicht irgend andere Klüfte für Schichtklüfte halte, oder das Fallen und Streichen an Punkten bestimme, wo die Lage der Schichten durch einen ganz örtlichen Zufall sehr verändert ist. Alle die Manipulationen und Rücksichten, welche bei Abnahme des Streichens und Fallens nöthig sind, werden Anfängern gewöhnlich sehr schwer, weil sie oft gleichzeitige Beurtheilung von vielerle Umständen, Ueberblick, Augenmafs, einen sicheren Tact und

folglich durchaus viele Uebung erfordern, wenn sie zuverlässig sein sollen.

Die Anwendung der verschiedenartig eingerichteten Compasse oder Gradbögen oder Verbindungen beider mufs in der Regel durch Vorzeigung deutlich gemacht werden, da die nothwendig sehr complicirte Beschreibung des Instrumentes und der Manipulation ohne praktische Anweisung von den Wenigsten mit nöthiger Bestimmtheit aufgefafst werden würde.

Einige Hauptregeln dabei sind folgende:

1) Man bestimmt das Streichen, indem man die Nordlinie des Compasses der Streichlinie parallel hält und nun die Stunde oder den Grad abliest, auf welchen die Nadel einspielt. Die Richtung des Fallens und der Grad der Neigung müssen noch besonders notirt werden.

2) Einfacher ist es in vielen Fällen, sogleich das Fallen zu bestimmen, indem man die Nordlinie des Instrumentes der Falllinie parallel hält und diese Richtung noch näher durch Angabe der Himmelsgegend bezeichnet, nach welcher die Neigung stattfindet. Das Streichen kann man dann stets berechnen durch Addition oder Subtraction von 6 Stunden oder 90°.

3) Den Grad des Fallens bestimmt man, indem man den Durchmesser des Gradbogens der Falllinie parallel hält und nun die Einspielung des Pendels beobachtet.

4) Der in Deutschland übliche bergmännische Compafs ist in zweimal 12 Stunden eingetheilt. Für den schriftlichen Ausdruck bedient man sich hierauf bezüglicher kurzer Zeichen, z. B. folgender:

St. = Streichen; *F* = Fallen; *h.* = Stunde (hora); *N.* = Nord; *O.* = Ost; *S.* = Süd; *W.* = West.

Danach gestaltet sich der Ausdruck für das Streichen so: *St. h. x. F. y°, N.*, das heifst: Streichen Stunde x (wofür, wie für y, der gefundene Zahlenwerth einzusetzen ist), Fallen, y Grad gegen Nord, und der Ausdruck für das Fallen: *F. y°. N. h. x.*

5) Wenn man die jedesmalige Abweichung der Magnetnadel vom wahren Norden nicht selbst in Rechnung bringt, so mufs diefs zugleich mit dem Jahre der Beobachtung bemerkt werden. Die westliche Abweichung beträgt gegenwärtig im

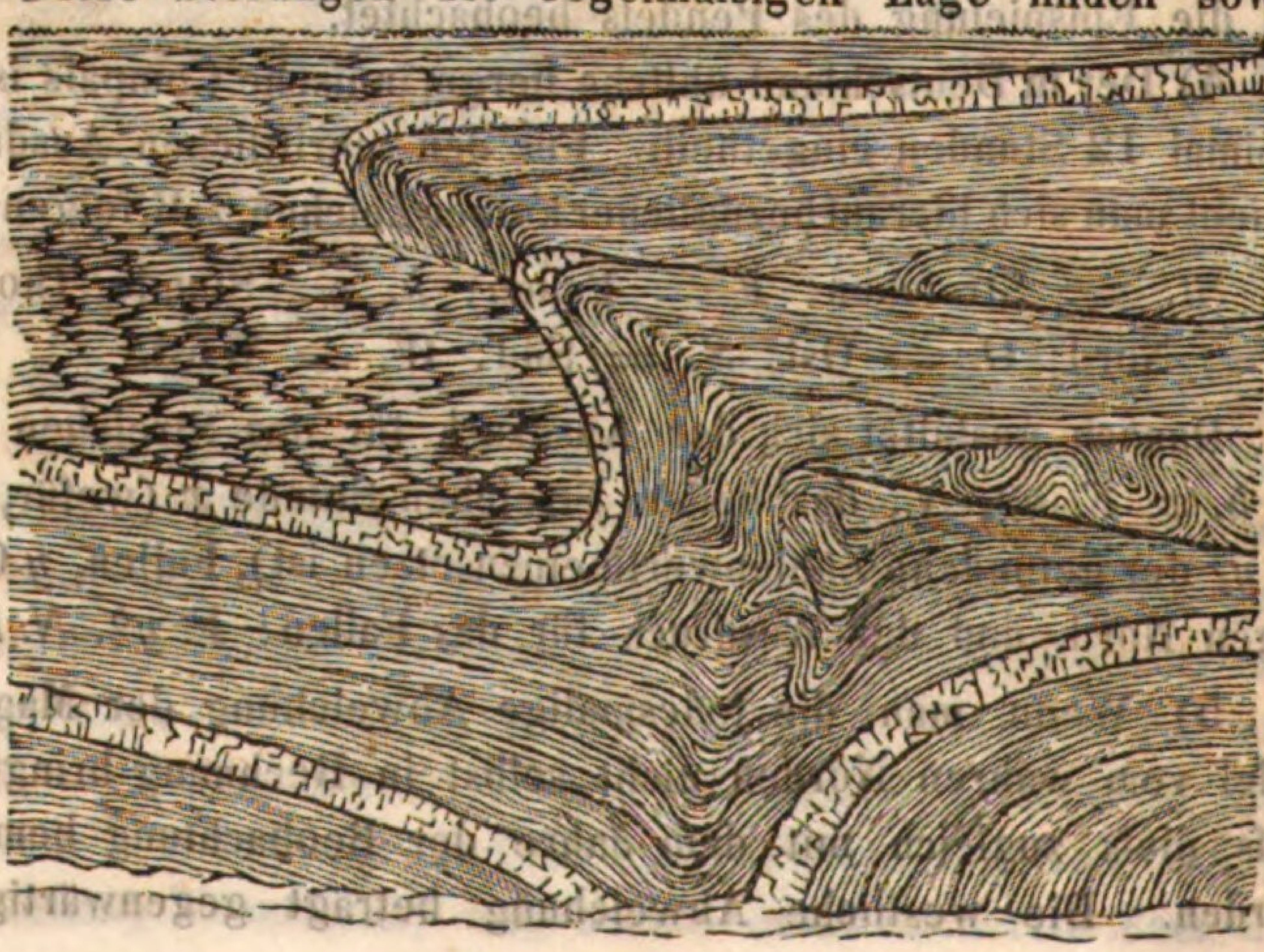
mittleren Deutschland durchschnittlich 17° oder $1\frac{1}{4}$ Stunde des bergmännischen Compasses.

6) Um das allgemeine Streichen und Fallen einer Gebirgsart zu bestimmen, muſs man stets aus den Resultaten mehrer in gewissen Abständen angestellter Beobachtungen das arithmetische Mittel ziehen, und bei keiner Beobachtung darf man sich durch specielle Windungen der Schichtungen irre leiten lassen.

7) Man pflegt auch bei nur schieferigen Gesteinen die Richtung dieser Textur zu bestimmen.

§. 55. *Weitere Betrachtung des Schichtungsphänomens.* — Da die Schichten Resultate successiver periodischer Aufeinanderlagerungen sind, so kann ihre ursprüngliche Lage, wenigstens bei den mechanisch abgelagerten Gesteinen, nie sehr stark geneigt sein und muſs dem Boden ziemlich entsprechen, auf welchem die Ablagerung erfolgte. Dieser Zustand ist aber häufig durch spätere Ereignisse gestört worden, und wir finden wirkliche Schichten ganz mechanischer Gebilde zuweilen fast senkrecht und zuweilen so auſserordentlich gebogen, gewunden oder zerbrochen, daſs man diese Arten des Verhaltens durchaus für secundäre, erst nach der Ablagerung eingetreten, halten muſs.

Diese Störungen der regelmäſsigen Lage finden sowohl



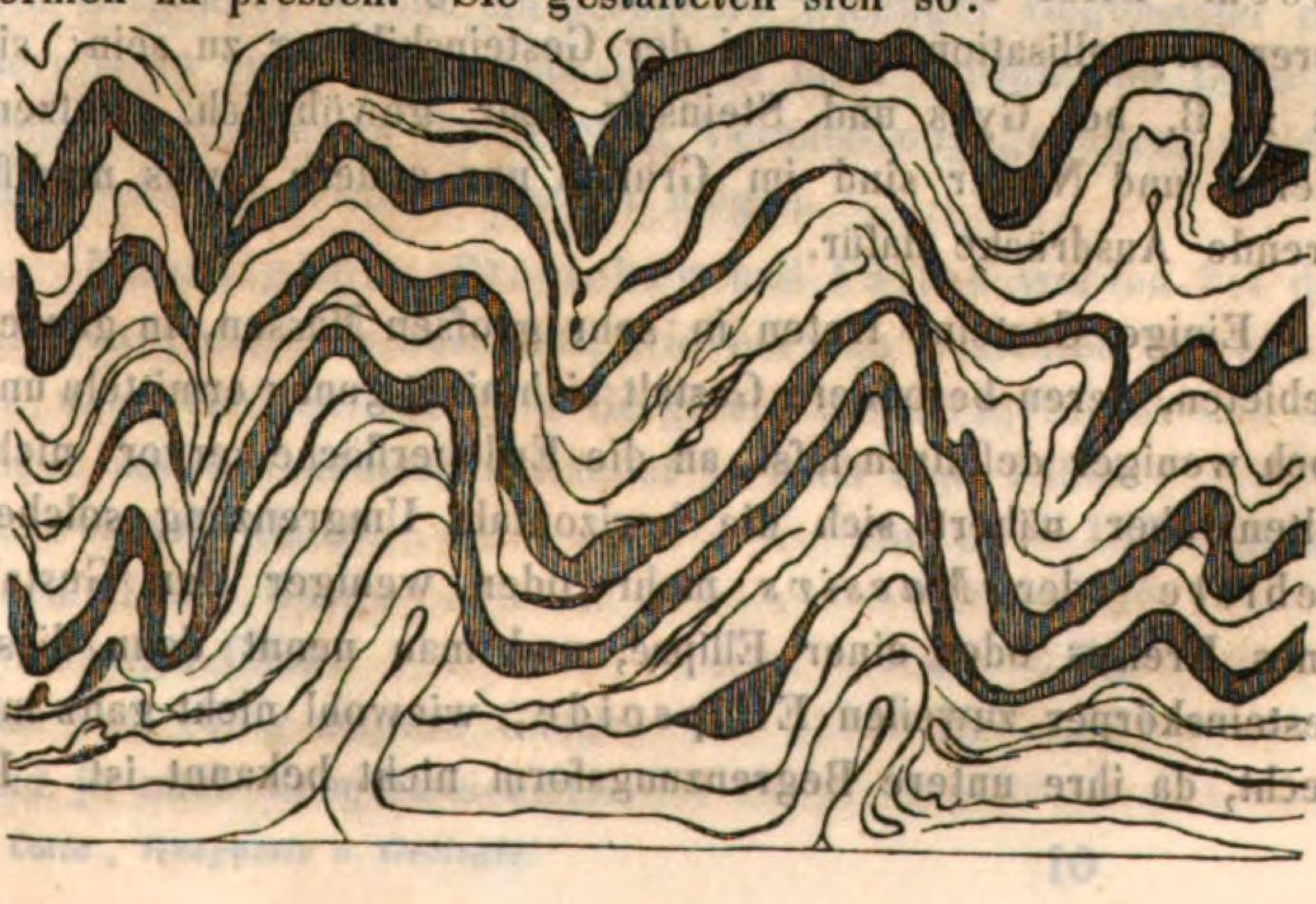
im Kleinen als auch ganz im Grofsen statt. Als Beispiel der ersteren Art steht hier vorn die Darstellung einiger Sandstein- und Schieferthonschichten, vom rechten Ufer der Salza bei Eisleben. (Beobachtet 1828.)

Im Grofsen treten solche Schichtenbiegungen und Windungen fast in allen Gebirgen, ganz besonders schön aber in den Alpen auf.

James Hall, angeregt durch die merkwürdige Configuration der Schichten an der Küste bei Whapness unfern Guns-Green,



suchte die Erscheinung auf dem Wege des Versuchs nachzuahmen, und es gelang ihm, über einander gelegte, bunt gefärbte feuchte Thonschichten durch seitlichen Druck in ganz ähnliche Formen zu pressen. Sie gestalteten sich so:



Diese Biegungen der Schichten und der Schieferung im Grofsen erinnern lebhaft an die S. 120 besprochene parallele Fältelung im Kleinen.

§. 56. *Gestalt der Gesteinskörper.* — Die äufsere Gestalt der Gesteinsmassen hängt theils von der Art ihrer Entstehung, theils von der Gestalt des Raumes ab, in oder auf welchem sie sich bildeten oder noch bilden. Zuweilen ist sie auch wohl eine Folge späterer gewaltsamer Aenderungen.

Gesteine, die sich auf dem Boden des Meeres ablagern, erhalten dadurch nothwendig die Gestalt mehr oder weniger unregelmäfsiger, gewöhnlich gegen die Ränder hin sich auskeilender Platten, deren untere Fläche der vorgefundenen Gestalt des Meeresbodens entspricht, während die obere sich einer horizontalen Ebene nähert. Besteht eine solche meerische Ablagerung aus mehren ohne Unterbrechung hinter- und übereinander gebildeten Gesteinen, so werden alle die, welche nach der ersten Nivelirung der Bodenfläche abgelagert wurden, in dem gröfseren Theile ihrer Erstreckung eine beinahe vollkommene Plattenform erhalten, und man nennt diese Körper dann Lager oder Bänke. Ist aber die Plattenform sehr wenig erreicht, die Gestalt vielmehr eine sehr unregelmäfsige, der einer horizontal liegenden kurzen und dicken Platte nur ungefähr genäherte, so nennt man das einen liegenden Stock. Diese Form scheint in der Regel die Folge besonderer Krystallisationskraft bei der Gesteinsbildung zu sein; sie ist z. B. bei Gyps und Steinsalz sehr gewöhnlich. Butzen, Nieren und Nester sind im Grunde nur andere etwas modificirende Ausdrücke dafür.

Einige Gesteine treten in sehr grofsen Massen, in ganzen Gebieten, deren besondere Gestalt sich nicht genau ermitteln und noch weniger definiren läfst, an die Erdoberfläche hervor; nicht selten aber nähert sich die horizontale Umgrenzung solcher Gebiete oder *Massivs* mehr oder weniger der Gestalt eines Kreises oder einer Ellipse, und man nennt dann diese Gesteinskörper zuweilen Ellipsoide, wiewohl nicht ganz mit Recht, da ihre untere Begrenzungsform nicht bekannt ist. In

dieser Gestalt treten Granit, Granulit und dergl. mehrfach zu Tage aus.

Kleinere, unregelmäſsige, von anderem Gestein zum Theil oder ganz umschlossene Gesteinskörper nennt man Stöcke (liegende Stöcke) oder, wenn sie in verticaler Richtung ausgedehnter sind als in horizontaler, stehende Stöcke. Davon sind aber die Schollen wohl zu unterscheiden, welche zuweilen, rings scharf umgrenzt, als losgerissene groſse Fragmente des einen Gesteins in dem anderen liegen.

Füllen endlich Gesteine deutlich Spalten anderer Gesteine aus, so nennt man sie Gänge, die kleineren Verzweigungen aber, welche von Hauptgängen in Seitenspalten auslaufen, Ramificationen, Trümmer, Ausläufer, oder, wenn sie nur schmal und unregelmäſsig sind, Adern. Laufen diese Gänge oder Spaltenausfüllungen der Schichtung oder Schieferung des sie einschlieſsenden Gesteines, des Nebengesteines, parallel, so werden sie lagerförmige Gänge genannt. Gangförmig findet man nicht nur viele eigentliche Gesteine wie Granit, Porphyr, Basalt, sondern ganz besonders auch jene eigenthümlichen, oft metallreichen Mineralgemenge, welche man deshalb, zum Unterschied von den Gesteinsgängen, Mineralgänge oder Erzgänge nennt.

§. 57. *Besondere Bezeichnungen an Gängen.* — Die Erzgänge, welche ein besonders wichtiger Gegenstand des Bergbaues sind, haben rücksichtlich ihrer Gestalt und Lage zu einigen technischen Ausdrücken Veranlassung gegeben, welche hier beiläufig erwähnt werden mögen.

Mächtigkeit, Streichen und Fallen werden bei den Gängen gerade so bestimmt, wie bei den Schichten (S. 140); es unterscheiden aber die Bergleute des Erzgebirges und einiger anderen deutschen Länder je nach dem Fallen:

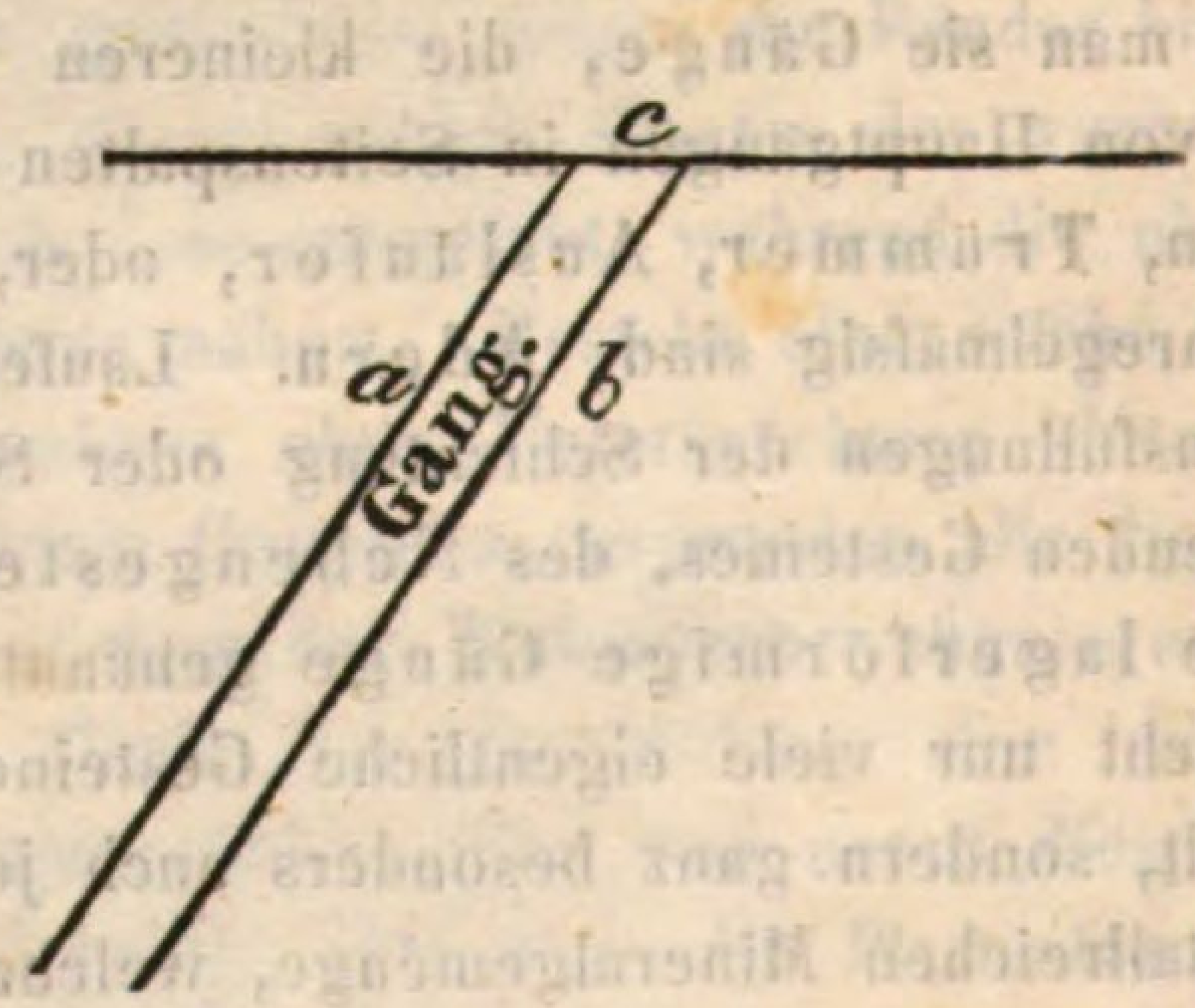
schwebende Gänge	von 0° — 15°	Neigung
flachfallende Gänge	- 15° — 45°	-
tonnlägige Gänge	- 45° — 75°	-
fast und völlig saigere Gänge . .	- 75° — 90°	-

und je nach dem Streichen:

stehende Gänge	von h. 12—3	streichend,
Morgengänge	- 3—6	-
Spaatgänge	- - 6—9	-
flache Gänge	- - 9—12	-

sowie in den Wechselstunden 12, 3, 6 und 9 streichende Gänge.

Steht ein Gang nicht ganz senkrecht, so nennt man den Theil seines Nebengesteines, welcher darüber liegt, das Hangende, *a*, und den Theil, auf welchem der Gang ruht, das Liegende, *b*.



Die Grenze gegen die Gebirgsoberfläche, *c*, heifst bei Gängen wie bei Schichten, das Ausgehende oder Ausstreichen, die beiden breiten Grenzflächen gegen das Nebengestein aber nennt man Ulmen und, wenn sie eine besondere Beschaffenheit zeigen, Bestege oder Salbänder. „Der Gang drückt sich zusammen, thut sich auf, keilt sich aus, zertrümmert sich, zerschlägt sich, schlägt einen Haken, stürzt sich, richtet sich auf" u. s. w. sind an sich leicht verständliche Ausdrücke. Vereinigungen vieler Gänge zu einem Netze nennt man Gangzüge, Trümmerstöcke u. s. w.; wir kommen jedoch auf diese Beziehungen später specieller zurück.

§. 58. *Unterscheidung und Benennung der Gesteine.* — Bei Unterscheidung und Benennung der Gesteine hat durchaus noch kein Princip consequent durchgeführt werden können. Die meisten Gesteinsunterscheidungen sind allerdings auf die mineralogische Zusammensetzung begründet, aber

auch die Aggregat- oder Texturverhältnisse sind vielfach berücksichtigt worden und selbst der Zersetzungs- oder Verwitterungszustand.

Es würde unstreitig den Anforderungen einer wissenschaftlichen Systematik am meisten entsprechen, wenn man überall die mineralogische Zusammensetzung als wesentliches Unterscheidungsmerkmal benutzen könnte, das geht aber aus mehren Gründen nicht. Zunächst läfst sich die mineralogische Zusammensetzung nicht immer bestimmt ermitteln, z. B. nicht bei den dichten Gesteinen, dann aber würde bei einem solchen Verfahren auch Manches vereinigt werden, dessen Trennung in geognostischer Beziehung doch jedenfalls oft wichtig bleibt, z. B. Granit und Gneifs.

§. 59. *Anordnung der Gesteine.* — Hierbei sind bisher mehrerlei Principien befolgt worden, namentlich chemische, mineralogische und geognostische. v. Leonhard, der im J. 1823 zu erst eine vollständige Charakteristik der Felsarten lieferte, ordnete diese darin, sowie in seinen späteren Werken, nach den Texturverhältnissen, also nach einem künstlichen Systeme, welches die Vortheile und Mängel jedes guten künstlichen Systemes an sich trägt, allerdings dem Anfänger das Bestimmen und Aufsuchen etwas erleichtert, übrigens aber oft das Naheverwandte weit auseinander und das Heterogene zusammenbringt. Mir scheint, dafs für die Gesteine, die weder abgeschlossene Arten bilden, noch in Wirklichkeit nach einerlei Princip von einander unterschieden werden, ein eigentliches consequentes System der Anordnung überhaupt weder nöthig noch möglich ist. Ich habe sie in der Beilage, um dem Anfänger eine leichtere Uebersicht zu bieten, allerdings auch in gewisse natürliche Abtheilungen zu bringen gesucht und diese nicht ganz ohne Plan auf einander folgen lassen, lege aber auf diese Anordnung durchaus keinen besonderen Werth und weifs recht gut, dafs sie in keiner Beziehung den Anforderungen, die man an ein System zu machen hat, entspricht, bitte aber auch nicht zu vergessen, dafs die Gesteine sich nicht den Arten (*species*) und ihre Gruppen nicht den Gattungen (*genera*) oder anderen höheren Abtheilungen der Mineralien, Pflanzen oder Thiere vergleichen lassen, dafs vielmehr diese,

oft noch dazu sehr willkürlich getrennten und unterschiedenen Gesteine sowohl durch das Inconstante ihrer Bestandtheile, als auch durch den allmäligen Uebergang ihrer Textur auf das Mannigfaltigste in einander verlaufen, so dafs eine einfache natürliche Reihenfolge derselben noch viel weniger herzustellen ist als bei jenen. Man müfste sie jedenfalls netzförmig ordnen, wenn man überall das Verwandte zusammenbringen wollte.

Wer einmal die Gesteine an sich kennt, der stellt sich dieselben im Verlaufe seiner geognostischen Studien in Gedanken auf gar mancherlei Weise zusammen, um so ihre verschiedenartigen Beziehungen zu einander sich selbst recht deutlich zur Anschauung und Uebersicht zu bringen.

Die beigegebene kurze Charakteristik der Gesteine ist, wie erwähnt, vorzugsweise dazu bestimmt, dem Anfänger und Sammler ein Anhalten zu bieten, dann aber auch, um, als abgesonderte Beilage, beim Lesen der vorstehenden Abschnitte zur Hand zu sein, da es in denselben mehrfach nöthig war, Gesteine als Beispiele zu nennen, deren Charakteristik nicht beigefügt werden konnte. Die nun folgenden allgemeineren Betrachtungen über die Gesteine als solche mögen den mageren und trockenen Katalog einigermafsen ergänzen.

§. 60. *Kalksteine.* — In dieser Abtheilung oder Gruppe habe ich eine Anzahl von Gesteinen vereinigt, in deren Zusammensetzung die Kalkerde eine Hauptrolle spielt; wenn das Steinsalz gewissermafsen anhangsweise mit dazu geordnet ist, so ist das nur geschehen, um nicht seinetwegen eine besondere Abtheilung zu bilden, was bei einem ohnehin so wenig consequenten Systeme ganz besonders unnütz gewesen sein würde. Die Kalksteine im engeren Sinne zerfallen theils durch Beimengung anderer Mineralien, theils durch ihre Texturverhältnisse in mehre Varietäten, und ihnen schliefsen sich zwei andere einfache Gesteine, in denen ebenfalls die Kalkerde eine wichtige Rolle spielt, Dolomit und Gyps, innig an.

Wir sehen gewisse Kalksteine (Kalktuff, Kalksinter, Erbsenstein, Travertin) vor unseren Augen entstehen und zwar durch Niederschlag aus einer durch Kohlensäure vermittelten Auflösung in Wasser; unstreitig werden auf ähnliche Weise

viele Kalksteine gebildet worden sein, andere aber vielleicht durch Sedimentirung nur mechanisch vom Wasser getragener Kalktheilchen. Aufserdem kommen aber auch einige krystallinisch körnige Kalksteine mit gewissen, im Wasser unlöslichen Mineralien als zufälligen Beimengungen und unter solchen Verhältnissen vor, dafs daraus für sie eine andere Art der Entstehung, wenigstens ihres gegenwärtigen Zustandes, geschlossen werden mufs. Nun wissen wir aber durch die Versuche von Basil Hall, dafs man unter starkem Drucke Kalkstein schmelzen kann, ohne dafs er seine Kohlensäure verliert, und dafs er dann bei langsamer Erkaltung ein krystallinisch-körniges Gefüge annimmt. Dieser Umstand beweist die Möglichkeit einer solchen Umschmelzung des dichten Kalksteins auch in der Natur. In der That stimmen hiermit gewisse Lagerungsverhältnisse, besonders die Nachbarschaft vulkanischer Gesteine, vollkommen überein, ja diese letzteren deuten sogar in einigen Fällen an, dafs er bei diesem Vorgange hier und da seine ursprüngliche Lagerung verändert hat und eruptiv geworden ist (Jahrbuch 1834, S. 35, 329; 1836, S. 548).

Für die Kreide haben die neueren mikroskopischen Untersuchungen Ehrenberg's eine besondere Art der Entstehung nachgewiesen; sie ist nämlich gröfstentheils aus sehr kleinen, dem blofsen Auge unsichtbaren kalkigen Schalen von Polythalamien und anderen mikroskopischen Thierchen zusammengesetzt und folglich als eine Anhäufung dieser organischen Reste zu betrachten, wodurch zugleich ihr erdiger zerreiblicher Zustand erklärt wird. Das Leben der Organismen bewirkte in diesem Falle den chemischen, ihr Tod den mechanischen Niederschlag der Kalkerde, und es ist insofern die Kreide eine organisch-sedimentäre Bildung. Man vermuthet, dafs manche dichte Kalksteine auf ähnliche Weise entstanden, später aber durch langsame endogene Metamorphose, mit Verlust der organischen Formen, dicht geworden seien.

Dolomit (Rautenspath, der allerdings oft mit Kalkspath gemengt, als nur dolomitischer Kalkstein auftritt) ist nur in sehr geringem Grade im Wasser löslich; auch kennen wir für seine Entstehung durch Ablagerung aus Wasser so wenig eine

Analogie, dafs als Bedingungen der Entstehung ausgedehnter und mächtiger Dolomitablagerungen nothwendig besondere Umstände vorausgesetzt werden müssen. L. v. Buch hat zuerst versucht, die Entstehung des Dolomits durch Einwirkung von Talkerdedämpfen auf Kalkstein zu erklären. Diese Erklärungsweise, wenn auch für viele Localitäten sehr befriedigend, reicht aber, abgesehen von den Schwierigkeiten, welche die jetzige Chemie noch dagegen erhebt, nicht aus, um weit ausgedehnte Dolomitlager zwischen unveränderten Kalksteinschichten zu erklären. Dem Verfasser scheint es durch manche Umstände wahrscheinlich, dafs vieler Dolomit durch temporäres und locales Einströmen talkerdehaltiger Dämpfe, Quellen oder dergleichen in ein Meer, auf dessen Boden sich für gewöhnlich Kalksteinschichten ablagerten, zu erklären sei. Manche Dolomite scheinen wie die Kalksteine eine Umschmelzung erlitten zu haben und dabei theilweise eruptiv geworden zu sein. (Jahrbuch 1842 S. 850; 1844. S. 543.)

Der Gyps ist zwar im Wasser etwas löslicher als Dolomit, dennoch sehen wir aber nur in sehr seltenen Fällen Gyps im Grofsen durch Niederschlag aus Wasser entstehen; viel häufiger beobachtet man seine Entstehung als Folge doppelter Umwandlung, indem z. B. Schwefelkiese sich zersetzen, wobei Schwefelsäure gebildet wird, die wieder vorhandenen kohlensaueren Kalk zersetzt und in Gyps verwandelt. Auch kommt der Gyps als Gestein gewöhnlich unter Umständen vor, die nicht auf ruhige Ablagerung aus einer wässerigen Lösung hindeuten, sondern vielmehr auf eine schleunige und sehr krystallinische Bildung. Wenn ich meine Ueberzeugung aussprechen soll, die ich bei einer anderen Gelegenheit besser zu begründen hoffe, als es hier Raum und Zweck erlauben, so ist es die: Alle gröfseren und krystallinischen, gewöhnlich stockförmigen Gypsmassen entstanden durch Einwirkung aus dem Erdinnern aufsteigender schwefelsaurer Dämpfe, wie denn wenigstens schwefelichtsauere Dämpfe bei vulkanischen Eruptionen gar keine seltene Erscheinung sind. Diese Dämpfe wandelten nun entweder vorhandenen Kalkstein in Gyps um, wobei derselbe durch die nothwendige Volumenvermehrung in gewissem Grade eruptiv (aber nicht

heifsflüssig) wurde, oder sie brachten in vorhandenen kohlensauren Kalkerdesolutionen (oder auch nur Trübungen durch kohlensauren Kalk- und Thonschlamm) plötzliche krystallinische Niederschläge des schnell gebildeten Gypses hervor. Der mit vorhandene Thon fiel dabei als solcher neben dem Gypse nieder, während er aufserdem sich ohne Zutreten der Schwefelsäure mit dem kohlensaueren Kalke gemengt als Mergelkalkstein würde niedergeschlagen haben. Aber in diesen Gypsmassen haben später durch Wasser vielfache Translocationen der Theile stattgefunden, und so sind namentlich alle die Fasergypsadern zu erklären, von welchen sie selbst und die sie einschliefsenden Schieferthone in der Regel allseitig durchzogen werden. Die aus zwei oder mehr faserigen Lagen bestehende Textur dieser Adern ist von Fournet vortrefflich erklärt worden in Burat's Ausgabe von d'Aubuisson de Voisin's Geognosie. 1835. S. 418.

Die grofsen Massen des Steinsalzes sind jedenfalls krystallinische Niederschläge aus wässerigen Lösungen, mögen dieselben durch Umstände bedingt sein, durch welche sie wollen. Das gewöhnliche Zusammenvorkommen derselben mit Gyps und Dolomit ist mir eine Bestätigung der soeben entwickelten Ansichten. Auch das Steinsalz könnte in den Fällen, wo es mächtige Stöcke bildet, durch Reaction plutonischer Dämpfe niedergeschlagen worden sein, die chemische Begründung dieser Ideeen fehlt aber allerdings noch.

§. 61. *Eisensteine.* — Eisen in oxydirtem, kohlensauerem oder geschwefeltem Zustande ist ein auf unserer Erde so verbreitetes Metall, dafs es nicht nur als mehr oder weniger färbender Bestandtheil in den meisten Gesteinen, sondern sehr häufig auch als selbstständiges Gestein auftritt.

Das krystallinische kohlensauere Eisenoxydul, der Spatheisenstein, findet sich am häufigsten als Spaltenausfüllung oder stockförmig und als solche häufig unter Umständen, die auf seine eruptive oder vielmehr injective Entstehung schliefsen lassen, doch ist die nähere Kenntnifs darüber noch ziemlich unvollkommen. Dicht und gewöhnlich mit Thon gemengt findet es sich aber als Sphärosiderit, als entschiedene Ablagerung aus Wasser, doch könnten dabei wohl ähnliche Umstände wie bei der Gyps-

bildung obgewaltet haben. Beide dieser Eisensteine haben durch ihre Zersetzung oft Brauneisenstein geliefert, der eben wegen dieser doppelten Entstehungsweise theils gang-, theils lagerförmig vorkommt. Doch entsteht Brauneisenstein auch durch Metamorphose mancher Eisenkiese und des Rotheisensteines. Auch ist das auf eine solche Art entstandene Eisenoxydhydrat oft vom Wasser weiter geführt und unter anderen Formen, als Raseneisenstein, als Bindemittel für Sandstein, als Thoneisenstein, Eisensinter, Eisenroggenstein, Bohnerz u. s. w. abgelagert worden. Das letztere soll nach Grefsly im Jura eruptiv sein, Al. Brongniart dagegen hält seine Bildung vielmehr für der des Erbsensteines entsprechend, und bei Ablagerung des Raseneisensteines sollen nach Ehrenberg oft gewisse Infusorien mitwirken.

Eisenglanz ist ein so häufiges Product vulkanischer Thätigkeit, dafs sich schon daraus auf analoge Entstehung des wasserfreien dichten Eisenoxydes oder Rotheisensteines schliefsen läfst, und Magneteisenerz kommt so constant mit gewissen im Wasser unlöslichen Silicaten und zugleich unter solchen Lagerungsverhältnissen vor, dafs auch für dieses wasserfreie Eisenoxydul eine plutonisch eruptive oder injective Bildung nicht bezweifelt werden kann.

§. 63. *Kohlen.* — Es unterliegt längst keinem Zweifel mehr, dafs fast alle fossil gefundenen Kohlenarten aus Organismen und zwar vorzugsweise aus Pflanzen entstanden sind. Nicht nur läfst sich der Uebergang der Organismen in diesen unorganischen Zustand direct nachweisen, sondern man kann auch in vielen fossilen Kohlenarten die organische Form, das pflanzliche Zellgewebe, durch mikroskopische Untersuchung noch erkennen; es bedarf deshalb gar nicht jener weiteren Hilfsbeweise, die aus den Lagerungsverhältnissen und aus der Verbindung mit Pflanzenabdrücken vielfach herzuleiten sind. Verfolgen wir die Umwandlungsreihe der Kohlen, so sehen wir zunächst im Torfe vor unseren Augen aus Sumpfgewächsen, welche über ihren eigenen Leichen üppig fortwuchern, mächtige Anhäufungen abgestorbener und von Humussäure durchdrungener Pflanzensubstanz entstehen; darin finden sich ein-

zelne holzige Theile (Wurzeln und Stämme) gröfserer Pflanzen im Beginne des sogenannten bituminösen Zustandes, in welchem die Textur noch vollständig erhalten und die Substanz nur wenig verändert ist. Die Braunkohlenlager wiederholen uns etwas ganz Aehnliches, nur mehr von dem Zustande der lebenden Pflanzen abweichend, erdige oder durch Druck dicht gewordene, nicht mehr von Humussäure, sondern von Bitumen durchdrungene Pflanzenanhäufungen und darin einzelne besser erhaltene holzige Theile in bituminösem Zustande (bituminöses Holz). Die Umwandlung ist noch weiter vorgeschritten in den bitumenärmeren Schwarzkohlen, die zur Unterscheidung von jenen ein schwarzes Strichpulver liefern und kein bituminöses, statt dessen aber zuweilen ein mehr verkohltes, bitumenfreieres Holz (mineralische Holzkohle) enthalten. Im Anthrazit nimmt nun der Bitumengehalt noch bedeutender ab, so dafs in ihm alles Flüchtige entwichen und fast nur der Kohlenstoff mit etwas Kieselerde und Thon zurückgeblieben erscheint; offenbar setzt dieser Zustand entweder eine längere Dauer der Umwandlung oder eine Beschleunigung derselben durch besondere Umstände voraus, und diese Voraussetzung findet sich durch die Lagerungsverhältnisse vollkommen bestätigt. Im Allgemeinen sind die Schwarzkohlen immer älter als die Braunkohlen, der Anthrazit ist älter als die Schwarzkohlen. Doch kommen dieselben auch zusammen vor, so dafs die genannten Gesteine zwar im Allgemeinen, nicht aber ausschliefslich auf die nach ihnen benannten Formationen beschränkt sind. Wo aber ein solches Zusammenvorkommen stattfindet, da lassen sich in der Regel die Gründe für den ungleichen Grad der Umwandlung leicht auffinden; entweder ist die schnellere Umwandlung local durch die Berührung und Wärmeeinwirkung eruptiver Gesteine, also durch energische Metamorphose bedingt, oder sie beruht auf der ungleichen Umwandlungsfähigkeit der einzelnen Pflanzentheile, wovon die sogenannte mineralische Holzkohle ein schönes Beispiel liefert, die sich mit ihrer holzartigen, ganz in Anthrazit umgewandelten Textur mitten in dichter, noch bituminöser Steinkohle findet.

Am äufsersten Ende der Umwandlungsreihe steht nach

seiner chemischen Zusammensetzung der **Graphit.** Die Verhältnisse, unter denen er vorkommt, sind aber von der Art, dafs er dadurch gewissermafsen aus der Reihe herausgerückt wird. Er findet sich gewöhnlich mitten zwischen krystallinischen Silicatgesteinen (Glimmerschiefer, Gneifs, Granit), die, wie wir sehen werden, für sich eine andere Art der Enstehung in Anspruch nehmen als die mit den Braunkohlen und Steinkohlen verbundenen Gesteine. Man hat jedoch gerade diese übereinstimmend abweichende Natur des Graphites im Vergleich zu der der anderen Kohlen und der ihn umschliefsenden Gesteine im Vergleich zu der Natur der mit den gewöhnlichen Kohlen verbundenen benutzt, um beide Abweichungen durch fortgeschrittene Metamorphose zu erklären.

Ganz isolirt aus der Reihe stellt sich der **Asphalt** oder das reine Bitumen, dennoch ergänzt es gewissermafsen die Theorie der Kohlenreihe; denn wenn wirklich Graphit, Anthrazit und Schwarzkohle erst durch Entweichen von Bitumen das geworden sind, was sie sind, so ist das freie, in der Natur vorkommende Bitumen ganz einfach als das Resultat einer solchen Verflüchtigung zu betrachten. Damit stimmt die Art seines Vorkommens vollkommen überein. Es liegen sogar Beispiele vor (z. B. bei Aufsig in Böhmen), wo Braunkohlen durch Berührung mit Basalten local in Anthrazit umgewandelt sind, während in unmittelbarer Nähe das vertriebene Bitumen sich zu reinem Erdpech concentrirt hat.

Die Entstehungstheorie der Kohlen aus Organismen gilt aber nicht nur für die mächtigen Anhäufungen derselben, welche durch Uebereinanderwachsen oder Zusammenschwemmen von Vegetabilien zu erklären sind, sondern auch für die sporadisch und gewissermafsen als zufällige Gemengtheile auftretenden Kohlen- und Bitumentheile, die von mehr vereinzelten Organismen, zum Theil von Thieren, Muscheln, Fischen u. s. w. herrühren. Selbst der Bitumengehalt der Stinksteine mufs von zersetzten Organismen hergeleitet werden.

§. 63. *Kieselgesteine.* — Kieselsäure, rein krystallinisch als Quarz oder in sehr geringen Proportionen mit Thon,

Eisenoxyd oder Bitumen gemengt, und nach diesen Mengungen und Texturverhältnissen verschieden benannt.

Die Kieselsäure (oder Kieselerde) fehlt nur in wenigen Gesteinen ganz, in sehr vielen spielt sie eine Hauptrolle, dennoch ist die räumliche Ausdehnung derer, in welchen sie beinahe ganz rein auftritt, nur gering gegen die der ziemlich reinen Kalksteine, während der Kalkspath dagegen viel seltener als Gemengtheil von Gesteinen auftritt. Wahre Kieselgesteine sehen wir gegenwärtig fast nur durch heifse Quellen gebildet (in welchen Kieselsäure, wenn auch nur in sehr geringer Quantität, auflöslich ist), so z. B. an den Geisern Islands und in manchen Spalten der Canarischen Inseln. Auch die Halbopale, Chalzedone und Achate deuten durch die Art ihres Vorkommens, zum Theil sehr entschieden, auf eine ähnliche Entstehungsweise hin und erscheinen gewissermafsen als Extracte der Silicatgesteine, in denen sie Spalten und unregelmäfsige Räume erfüllen. So zeigen sie sich bei den meisten Eruptivgesteinen als zugehörig. Diese Umstände deuten um so mehr für die meisten anderen Kieselgesteine (wie Quarzfels, Eisenkiesel) eine analoge Entstehung an, da auch sie gewöhnlich Ausfüllungen von Spalten — Gänge — bilden. Die Achate enthalten zuweilen sogar Spuren organischer Reste. Feuerstein, Menilit und Hornstein finden sich oft unter Umständen, die ebenfalls eine Ablagerung aus Wasser, aber zugleich eine gewisse Contractionskraft oder die Mitwirkung organischer Körper andeuten, da sie sehr gewöhnlich die Substanz von Pflanzenstämmen, Zoophyten, Radiarien oder Mollusken ersetzen. Bei den Infusoriengesteinen (Polirschiefer, Kieselguhr u. s. w.) ist die Wirkung der Organismen ganz unverkennbar, denn sie bestehen eben nur aus den Kieselschalen dieser unendlich kleinen Thierchen (oder Pflanzen), aus Schalen, die, offenbar durch den Organismus der Thierchen gebildet, erst nach deren Tode zur mechanischen Ablagerung gekommen sind. Es sind somit Sedimente, deren Fällungsmittel das organische Leben gewisser Thiere ist, der Art wie die Kreide.

Auf den Quarz als Gemengtheil kommen wir später zurück.

§. 64. *Sandsteine*, *Conglomerate*, *Breccien* und *lose Gesteine* sind Vereinigungen von Körnern, Geschieben oder Fragmenten früher schon vorhandener Gesteine oder Mineralien meist mit einem neu hinzugekommenen Bindemittel. Während bei den bisher betrachteten Geseinsbildungen und bei den meisten der folgenden die ganze Masse des Gesteins gleichzeitig und homogen entstanden, d. h. fest geworden ist, können bei diesen die einzelnen Theile ein sehr ungleiches Alter und eine sehr heterogene Entstehung haben. Ja es müssen sogar bei den wirklich hierher gehörigen Bildungen die Gesteine oder Mineralien, von denen die Körner, Geschiebe oder Fragmente herrühren, nothwendig stets älterer Entstehung sein als das Gestein, welches sie jetzt umschliefst, (das Bindemittel), und hierdurch ist die Untersuchung dieser eingeschlossenen Körner, Geschiebe oder Fragmente oft von grofsem geologischen Interesse.

Sandsteine, Conglomerate und Breccien entstehen vielfach vor unseren Augen, erlangen jedoch wegen der kurzen Frist menschlicher Beobachtung nur selten eine gewisse Festigkeit. Während ihrer Entstehung gehören sie gewöhnlich zu den l o s e n G e s t e i n e n. Aus vom Wasser zusammengeschwemmtem Sande wird Sandstein, wenn ein Bindemittel, z. B. Eisenoxyd, zwischen die Körner eindringt oder Hitze sie zusammensintert, oder wenn grofser Druck dieselben fest zusammenprefst, eben so wird aus K i e s - und Geschiebeanhäufungen Conglomerat und aus S c h u t t Breccie. Auf diese Weise sehen wir also Sandsteine, Conglomerate und Breccien vorzugsweise als mechanische Sedimente aus Wasser oder wenigstens unter Mitwirkung von Wasser entstehen. In diesem Falle lagern sie sich gewöhnlich nach den Gesetzen der Schwere in sehr regelmäfsigen Schichten über einander ab, und wenn ihre Ablagerung in einem gleichmäfsig fortbewegten Wasser erfolgt, so fallen die schwereren oder gröberen Theile früher und folglich an anderen Punkten nieder als die feineren und leichteren. Aber auch an Vulkanen, bei der Ergiefsung von Laven, sehen wir Conglomerate und Breccien entstehen, indem die heifsflüssige Lava Fragmente des von ihr durchbrochenen Gesteins oder auf dem Boden der Ergiefsung liegende Geschiebe in ihre Masse einwickelt, oder indem die

zuerst erstarrte Kruste zerbricht und die einzelnen Fragmente von der noch flüssigen Masse umhüllt werden. Diese nennt man Reibungsbreccien oder Conglomerate und Erstarrungsbreccien; sie kommen bei den meisten Eruptivgesteinen (krystallinischen Massengesteinen) vor.

Die Sandsteine unterscheidet man je nach der Natur ihrer Körner und ihres Bindemittels in mehre Arten; die in der Beilage genannten können uns nur als Beispiele der Unterscheidung gelten; der Geognost mufs sich bei näherer Bestimmung der Sandsteine selbst zu helfen wissen. Interessant ist die Zusammensetzung des krystallinischen Sandsteins aus nicht abgerundeten Quarzkrystallen, die für ihn ausnahmsweise auf eine gleichzeitige Bildung der Körner an Ort und Stelle der Ablagerung hinzudeuten scheint; doch ist diese Frage keineswegs schon als gelöst zu betrachten. Die übrigen Sandsteine mit abgerundeten Quarzkörnern müssen offenbar ihr Material (die Körner) aus grofser Entfernung zugeführt erhalten haben, dafür spricht namentlich die aufserordentliche Gleichmäfsigkeit dieser Körner, welche beinahe nur durch einen sehr vollständigen Sonderungs- (Aufbereitungs-) Procefs nach Härte und Schwere erklärt werden kann. Es bleibt dennoch nicht ohne Schwierigkeit, den Ursprung der in den Sandsteinen niedergelegten unermefslichen Quantitäten von Quarzkörnern zu erklären. Sind sie alle nur Theile zerstörter krystallinischer Gesteine? Allerdings haben wir noch keine andere Deutung dafür, und wenn wir bedenken, welche grofse Sandmassen die Flüsse täglich in das Meer fördern und dafs der Quarz unter allen Körnern dieses Sandes das unzerstörbare Mineral ist, so wird es schon eher begreiflich, dafs Meeresströmungen den eingeführten Sand so aufbereiteten, dafs zuletzt fast nur Quarzkörner von gleicher Gröfse übrig blieben. Ihr Bindemittel wird dann in vielen Fällen erst später zwischen sie eingedrungen sein, nachdem sie schon abgelagert waren. Doch finden sich auch Sandsteine, in denen es so vorwaltet, dafs die Körner sich kaum noch berühren, oder in denen es abgesonderte reine Zwischenlagen darstellt; hier natürlich müssen Körner und Bindemittel gleichzeitig oder in kurzen Perioden wechselsweise zu Boden

gefallen sein. Ungleichheit des Korns, Glimmer, Feldspath, Kohle u. dergl. als Beimengung des Sandsteins deuten stets eine weniger vollkommene Aufbereitung, eine Bildung näher an den Küsten des Meeres oder in abgeschlossenen kleinen Wasserbecken an. Thonsilicat, Asphalt u. dergl. als Bindemittel lassen auf besondere, nach Ablagerung der Körner eingetretene Umstände schliefsen.

Die Conglomerate und noch mehr die Breccien sind nie über sehr grofse Flächenräume ausgebreitete, stets mehr locale Bildungen, sie haften in der Regel an gewissen, leicht nachweisbaren örtlichen Entstehungsursachen. Man findet in ihnen in der Regel nur die härteren Gesteine als Geschiebe vor, alle weichen oder leicht zersetzbaren sind zerstört.

Gewisse Gesteine, welche ganz das Ansehen von Conglomeraten besitzen, namentlich einige sogenannte Puddingsteine, dürften jedoch nur Congregationen gleichzeitiger Bildungen sein, was sich aus der concentrischen Färbung der scheinbaren Geschiebe oder aus der Gestalt ihrer Umrisse ergiebt. Andere verrathen um so mehr die Ungleichzeitigkeit ihrer Theile durch das Abschneiden von Adern oder Krystallen an ihren Grenzen. Eine besondere Erscheinung an Conglomeraten wurde bereits S. 131 erwähnt.

Die Bedeutung der losen Gesteine ist schon S. 156 enthalten; es sind Sandsteine, Conglomerate und Breccien ohne Bindemittel.

§. 65. *Mergel.* — Ein Mittelding zwischen Kalkstein und Thon, deshalb je nach der ganz unbestimmten Mengung von Kalk und Thon Mergelkalkstein, kalkiger Mergel, Mergel, thoniger Mergel und mergeliger Thon genannt. Der für den Landwirth als Düngematerial brauchbare Mergel zerfällt an der Luft. Aufser den hier genannten Varietäten unterscheidet man nun nach der Textur noch dichten erdigen und schieferigen Mergel, und letzterer ist oft mit Bitumen gemengt, bituminöser Mergelschiefer, oder bituminös und zugleich kupfererzhaltig, Kupferschiefer. Alle diese Varietäten sind offenbar durch Ablagerung aus Wasser entstanden, zum Theil vielleicht durch einen zugleich chemischen der

Kalkerde und mechanischen des Thones. Das Bitumen, welches ihn zuweilen gänzlich durchdringt und schwarz färbt, rührt offenbar von organischen Körpern her, und der Kupfergehalt des Kupferschiefers ist als etwas plötzlich durch ein besonderes Ereignifs zu dem Niederschlage Hinzugetretenes zu betrachten; das lehrt seine locale und nur auf eine Schicht beschränkte Verbreitung, so wie die gewaltsame Tödtung der vielen darin vorkommenden Fische, welche offenbar vergiftet und mit ihm begraben worden sind.

§. 66. *Thongesteine.* — Erdige, vorherrschend aus Thon bestehende und deshalb im Wasser erweichende Gesteine, welche nur durch hohen Druck oder durch Hitzeinwirkung zum Theil in einen festeren Zustand gekommen sind. Sie unterscheiden sich von einander theils durch geringe Beimengungen von Bitumen, Sand, Eisenoxyd u. s. w., theils durch besondere Reinheit des Thones. Letztere ist vorzüglich bemerkenswerth bei der Porzellanerde, welche in den meisten Fällen nicht wie die übrigen Thone durch Zusammenschwemmen (ursprünglich wohl auch von zersetzten Feldspaththeilen), sondern durch Zersetzung des Feldspathes oder feldspathreicher Gesteine, also durch eine langsame endogene oder inverse Contact-Metamorphose an Ort und Stelle entstanden ist. Diese Zersetzung scheint jedoch in den meisten Fällen bei der ersten Entstehung schon bedingt worden zu sein. Granit, Porphyr, Phonolith u. s. w. finden sich häufig im Zustande der Porzellanerde.

Die von der Natur gebrannten Thone finden sich vorzugsweise in der Nähe von Kohlenbränden und sind dann als durch deren Einwirkung entstanden zu betrachten, so bei Zwickau, Zittau, Kommothau und Duttweiler; je nach den verschiedenen Graden der stattgefundenen Hitzeinwirkung und je nach ihrer Zusammensetzung sind sie gehärtet, stänglich oder körnig abgesondert, geröthet, bunt gefärbt, verschlackt, verglast u. s. w. Aehnlich, nur nicht in solcher Ausdehnung, haben jedoch hier und da auch Basalte und Grünsteine auf Thongesteine eingewirkt, und noch andere Thonarten sind durch Zersetzung fein darin vertheilter Schwefelkiestheile in erhitzten und selbst verschlackten Zustand gekommen, wie diesen Vorgang Heidinger an den Halden des

Braunkohlenthones bei Altsattel in Böhmen beobachtet hat. Das ist demnach eine ziemlich energische endogene Metamorphose. Wegen der Analogie der Umwandlung habe ich in der Tabelle auch den gebrannten Schieferthon mit hierzu gerechnet.

§. 67. *Thonige Schiefergesteine.* — Die feinen schlammigen Niederschläge des Thones sind, wie es scheint, besonders geneigt, schieferige Textur anzunehmen, sei es nun, dafs diese durch eine höchst dünne Uebereinanderschichtung der Theile, oder durch den Parallelismus beigemengter Glimmerblättchen, oder endlich durch den Act einer späteren inneren Absonderung hervorgebracht wurde. Zwar gewöhnlich, aber nicht immer geht diese Schieferung, wie wir gesehen haben, der Schichtung parallel; oft ist mit derselben in den reinsten Thonschiefervarietäten eine Art Linearparallelismus verbunden, die durch eine sehr feine Fältelung oder Streckung bewirkt wird. Im letzteren Falle benutzt man diese mit leichterer Spaltbarkeit verbundene Textur zur Herstellung der Schieferstifte, so wie die deutliche und ebene Schieferung zum Dach- und Tafelschiefer Veranlassung giebt.

Man unterscheidet je nach der Festigkeit, Farbe und Zusammensetzung Schieferthon, Kohlenschiefer, Grauwackenschiefer, Thonschiefer und Wetzschiefer; aber ein recht wesentlicher Unterschied ist zwischen diesen allen nicht vorhanden. Der Alaunschiefer zeichnet sich durch seine stets schwarze Farbe und seine besondere chemische Zusammensetzung, der Zeichnenschiefer, welcher zum Theil füglich auch zum Graphitschiefer gerechnet werden könnte, durch seinen grofsen Kohlen- oder Graphitgehalt aus.

Mit diesen thonigen Schiefergesteinen, namentlich dem Grauwacken- und Thonschiefer, eng verbunden und in sie übergehend, kommen nun aber gewisse Varietäten derselben vor, welche offenbar durch Einwirkung anderer Gesteine, namentlich des Granits und der Grünsteine, aus ihnen entstanden sind. Dahin gehören der Hornfels, die Fleck- und Fruchtschiefer, der Chiastolithschiefer und der Schalstein; sehr gewöhnlich bilden dieselben wahre Zonen um Granitkerne oder um Grünsteinmassen herum, während sie in einiger Entfernung

davon in unveränderten Thon- und Grauwackenschiefer übergehen. Sie sind demnach durch exogene oder everse Contact-Metamorphose entstanden.

§. 68. *Krystallinische Schiefergesteine.* — Krystallinische Verbindungen von Glimmer, Chlorit, Talk, Feldspath und Quarz, welche vorzugsweise durch die parallele Anordnung der ersteren drei Mineralien schieferige Textur besitzen. Sie gehen alle durch Austausch der Gemengtheile in einander über; sehr gewöhnlich zeichnen sie sich durch Beimengungen von Granat, Magneteisenerz und diesen verwandten Mineralien aus. Viele Geologen halten dieselben für metamorphische Gesteine, namentlich für umgewandelte schieferige Thongesteine. Nach der Ansicht einiger soll die Umwandlung durch Hitze, nach der anderer durch Dämpfe und nach der noch anderer durch einen eigenthümlichen inneren Gährungsprocefs, also durch eine endogene Metamorphose erfolgt sein. Die Ideeen darüber sind bis jetzt weder klar vorgelegt, noch hinreichend chemisch begründet. Allerdings treten viele dieser Schiefergesteine unter Umständen auf, die zu Gunsten einer Metamorphose sprechen, besonders gehen sie, wenigstens scheinbar, in die thonigen Schiefergesteine über. Gegen die Annahme einer Contact-Metamorphose ist aber jedenfalls, aufser den chemischen Bedenken, welche für sich allein nicht entscheidend sein können, besonders was den Glimmerschiefer und den Gneifs betrifft, an die oft sehr grofse Gleichförmigkeit ihrer Mengung in weit verbreiteten Gebieten, an den Mangel einer nachweisbaren Umwandlungsursache, an die viel deutlicher erkennbare Umwandlung der Thonschiefer in ganz andere Gesteine (vergl. S. 160), an die entschiedene eruptive Natur vieler Gneifse, wobei wenigstens ihre Schiefertextur nicht mehr als Folge der Schiefertextur eines umgewandelten und eruptiv gewordenen Gesteins angesehen werden könnte, an die Analogie dieser krystallinischen Schiefergesteine mit eben so zusammengesetzten massigen, nicht schieferigen und an manches Andere, was erst später in einem besonderen Abschnitte über diese interessante Frage zur Sprache kommen kann, zu erinnern.

Weniger läfst sich gegen ihre Entstehung durch endogene

Metamorphose oder durch dauernde Wirkung der hohen Temperatur des Erdinnern sagen, wenn man einmal von den chemischen Schwierigkeiten absieht, doch bleiben auch vom rein geognostischen Standpunkte noch einige Fragen zu beantworten, z. B.: aus welchem speciellen Sedimentärgesteine ist jedes besondere dieser krystallinischen Schiefergesteine entstanden? Lassen sich irgendwo analoge Verbreitungs- und Combinationsverhältnisse beider Abtheilungen nachweisen? Worauf sind die ersten Sedimente abgelagert? Ich für meine Person bin immer noch sehr geneigt, die gröſsere Masse der krystallinischen Schiefergebilde für erste oberste Erstarrungsrinde, einige derselben für eruptive und sehr wenige für metamorphische Bildungen zu halten. Bemerken will ich hier noch, daſs die Geschiebe dieser Schiefergesteine, welche sich im Rothliegenden, in der Kohlenformation und selbst in den Grauwackenconglomeraten vorfinden, den unbedingten Beweis liefern, daſs sie sich schon in jenen sehr frühen Perioden zum Theil in demselben Zustande befanden und seitdem also nicht mehr verändert haben können. Ihre Metamorphose könnte deshalb wenigstens keine permanente und keine neue sein. Ich bekenne aber gern, daſs wir uns rücksichtlich der Entstehung dieser Gesteine noch sehr auf dem Gebiete der Hypothesen befinden; nur so viel ist erweisbar, daſs sie in ihrem gegenwärtigen Zustande nicht vom Wasser abgelagert, also keine wahren Sedimente sein können; denn da sie krystallinisch sind, so müſsten sie in diesem Falle nothwendig aus einer c h e m i s c h e n Auflösung in Wasser niedergeschlagen worden sein, das steht aber in directem Widerspruche mit der beinahe gänzlichen Unauflöslichkeit der Summe ihrer Bestandtheile. Ihr Kieselerdegehalt für sich allein würde, wenn man sich denselben gleichzeitig in Wasser von hoher Temperatur gelöst denken wollte, dazu eine Quantität dieses Lösungsmittels voraussetzen, welche alle vernünftigen Denkbarkeiten übersteigt.

§. 69. *Granitgesteine.* — Von den vorhergehenden wesentlich nur durch die körnige, nicht schieferige Textur verschieden, was man aber gewohnt ist, bei einigen derselben, wie Granit und Gneiſs, vielleicht mit Unrecht, als einen wichtigen, durch die Entstehungsweise bedingten Unterschied zu be-

trachten. Man verfährt in dieser Beziehung keineswegs consequent, wenn man bei einigen anderen dieser Gesteine, z. B. bei Protogin, Granulit und Syenit, die allerdings weniger deutlich schieferigen Varietäten nicht als besondere Gesteine betrachtet. Nach der mineralogischen Zusammensetzung würde man den Gneifs zum Granit, den Glimmerschiefer zum Greisen zu rechnen haben; gerade bei diesen ist aber eine Trennung nach der Textur jedenfalls zweckmäfsig, wenn sie auch nicht einen so wesentlichen Unterschied der Entstehungsweise verrathen sollten, als man sehr allgemein anzunehmen gewohnt ist.

Dafs diese krystallinischen Silicatgesteine, die vorzüglich aus Feldspath, Quarz, Glimmer, Talk, Hornblende u. s. w. zusammengesetzt sind, eben so wenig als die vorhergehenden in ihrem gegenwärtigen Zustande aus Wasser abgelagert sein können, darüber sind alle verständigen Geologen einig, wohl aber sind einige der Meinung, dafs auch sie durch Umwandlung (Metamorphose) aus Sedimentärgesteinen hervorgegangen seien, während Andere sie für emporgedrungene Theile der ursprünglich heifsflüssigen Erdmasse halten. Jedenfalls müssen die Vertheidiger der Metamorphose, wenn sie nicht mit allen geognostischen Thatsachen in Widerspruch kommen wollen, zugeben, dafs die Granitgesteine bei der Umwandlung zugleich ihr altes räumliches Verhalten verlassen haben und eruptiv geworden sind; es handelt sich demnach bei dieser Meinungsdifferenz eigentlich nur noch um den Vorgang der ersten Zusammensetzung ihrer Theile, der unseren Beobachtungen selbst bei den Laven der thätigen Vulkane nicht zugänglich ist, und aufserdem etwa um die Art ihrer Erweichung, um den Temperaturgrad bei ihrer Eruption.

Ist eine Erweichung derselben durch Metamorphose ohne Schmelzung möglich, so können dadurch in der That manche Eruptionserscheinungen derselben leichter erklärt werden, als durch Empordringen im geschmolzenen Zustande, denn von den Wirkungen hoher Temperatur ist an ihren Contactpunkten nichts Deutliches bekannt. Dabei bleibt aber immer noch die Frage, woraus sie eigentlich entstanden, bestimmter zu lösen übrig. Alle Speculationen hierüber werden vermuthlich noch lange

blofse Hypothesen bleiben. In welche grofse Irrthümer man dabei verfallen könne, wenn man den Gegenstand einseitig und ohne hinreichende Kenntnifs der geognostischen Thatsachen auffafst, haben die unglücklichen Theorieen des berühmten Chemikers Fuchs gezeigt. Was er vom rein chemischen Standpunkte gegen Berzelius und Bischoff vorgebracht hat, mag z. Th. begründet sein, aber der Mangel chemischer Begründung kann eben so wenig als die Autorität der Bibel jemals geognostische Thatsachen vernichten. Eine solche erwiesene Thatsache ist die eruptive Natur des Granits. Wenn Fuchs die von Berzelius und Bischoff gegebenen chemischen Erklärungen widerlegt hat, so ist das, wie die Beseitigung jedes wissenschaftlichen Irrthums, jedenfalls mit Dank anzuerkennen; auch verdient die Bemerkung, die Feldspathkrystalle der porphyrartigen Granite könnten aus einer Wärmelösung nicht früher krystallisirt sein als der viel strengflüssigere Quarz, gewifs die volle Beachtung der Geologen. Aber die eruptive Natur des Granits kann dadurch nicht widerlegt werden, sie ist durch weit unzweideutigere Thatsachen festgestellt. Selbst der heifsflüssige Zustand desselben ist dadurch noch nicht widerlegt, wie Fuchs meint; denn wenn auch die von Fournet zur Erklärung angenommene Ueberflüssigung des Quarzes (vergl. S. 59) nicht erwiesen ist, so bietet sie doch offenbar eine sehr zu beachtende Möglichkeit der Erklärung leichtflüssiger Krystalle in strengflüssiger Grundmasse dar, und die energischen Einwirkungen hoher Temperatur könnten möglicher Weise durch die Zeit verwischt sein.

In dieser Beziehung darf nicht übersehen werden, dafs das Auftreten feinkörniger Granitgänge in grobkörnigem Granit ein Umstand ist, der sehr für sein Festwerden durch Erstarrung spricht, da es eine bekannte Erfahrung ist, dafs grofse und deshalb langsam erkaltende Massen sich krystallinischer und grobkörniger entwickeln als kleinere derselben Zusammensetzung.

Interessant sind bei den Granitgesteinen besonders auch die Stellvertretungen einzelner Mineralien. Der Glimmer des Granits wird im Protogin durch Talk vertreten, im Syenit gewissermafsen durch Hornblende u. s. w. In den meisten

Granitgesteinen spielt der Feldspath eine Hauptrolle und zwar gewöhnlich der Pechmatolith, aber mit diesem zusammen und statt seiner kommt häufig auch Tetartin, seltener Periklin, Oligoklas oder Labrador vor. Häufig ist die Species des Feldspathes nicht bestimmbar.

Im Granulit ist Felsit durchaus die Hauptmasse, Quarz und seltener Glimmer und Hornblende treten nur ganz untergeordnet auf, ersterer zuweilen in sehr feinen parallelen Lamellen. Für die Theorie der Gesteinsmetamorphose ist der Granulit ein sehr wichtiges Problem. Das grofse Granulitellipsoid Sachsens ist entschieden eruptiv und doch das Gestein oft sehr deutlich schieferig. Man hat ferner ein Recht, zu fragen: aus welchem besonderen Gesteine ist der Granulit entstanden, da er sich so besonders zeigt?

Hornblendefels und Hornblendeschiefer sind den Granitgesteinen nur anhangsweise zugefügt, da sie gewissermafsen einen Uebergang zwischen dem Syenit und den Grünsteinen vermitteln. Sie könnten eben so gut zu diesen letzteren gerechnet werden. Dichte, blasige oder mandelsteinartige Zustände der Granitgesteine sind nicht bekannt. Als wackenartiger Zustand könnte allenfalls die Porzellanerde betrachtet werden.

§. 70. *Grünsteine.* — Die Grünsteine, oft auch Trappsteine genannt, sind neuerlich besonders von Gustav Rose bearbeitet worden, dennoch bleibt selbst über ihre Zusammensetzung noch mancher Zweifel zu lösen, und namentlich ist es in den einzelnen concreten Fällen oft sehr schwierig, diese Gesteine zu einer der mineralogisch bestimmten Varietäten zu rechnen, weshalb man sich noch häufig mit den allgemeinen Bezeichnungen: Grünstein, Grünsteinschiefer, Grünsteinporphyr, Grünsteinmandelstein u. s. w. wird behelfen müssen. Die Schwierigkeit der speciellen Bestimmung wird theils dadurch hervorgerufen, dafs Augit und Hornblende in kleinen, wenn auch noch erkennbaren Theilchen oft sehr schwer zu unterscheiden sind, theils aber dadurch, dafs in den dichten Varietäten eine Unterscheidung dieser Mineralien überhaupt nicht möglich ist.

Die Grünsteine bilden zwei Hauptreihen: 1) Verbindungen

von Felsit (Tetartin oder Labrador) und Hornblende, 2) Verbindungen von Felsit (Tetartin oder Labrador) und Augit. In diesen Reihen unterscheiden wir wieder je nach der Grobkörnigkeit des Gefüges in der ersten: Galbroit, Diorit und Aphanit, in der zweiten Gabbro, Diabas und Aphanit. Im Aphanit fallen also beide Reihen als ununterscheidbar zusammen, und in beiden giebt es schieferige, porphyrartige und mandelsteinartige Varietäten, so wie endlich alle diese Gesteine und Varietäten auch in zersetztem wackenartigen Zustande vorkommen. Aufserdem finden sich mit den Grünsteinen noch einige mehr mechanische Bildungen, nämlich Grünsteintuff und Grünsteinbeccie, vor, die in ihrem Wesen aufserordentlich an die vulkanischen Tuffe und Breccien erinnern, weshalb man wohl einiges Recht hat, sie für ihnen analoge amphotere und Contact-Bildungen zu halten, um so mehr, da rücksichtlich der krystallinischen massigen Grünsteine eine eruptive, also den Laven in gewisser Beziehung analoge Entstehung selbst von den entschiedensten Vertheidigern der Gesteinsmetamorphose kaum je bestritten worden ist. Die schieferige Textur einiger Grünsteine hat dagegen allerdings Veranlassung gegeben, diese für durch Contact umgewandelten Thonschiefer zu halten. Genaue Beobachtung zeigt aber, dafs da, wo körnige und schieferige Grünsteine so zusammen im Thonschiefer vorkommen, dafs der Grünsteinschiefer für den ersten Anblick einen scheinbaren Uebergang bildet, zwischen ersteren keine Grenze aufzufinden ist, während zwischen dem Grünsteinschiefer und Thonschiefer allerdings eine solche besteht und oft sogar abweichend von der Schieferstructur verläuft (z. B. bei Hartenstein in Sachsen). Allerdings mufs auch hier die Aehnlichkeit der Gesteine den Gedanken an Metamorphose erwecken, die scharfe Grenze spricht aber entschieden gegen eine Umwandlung des Thonschiefers in Grünsteinschiefer, und ich möchte in diesen Fällen vielmehr eine inverse Metamorphose annehmen, d. h. eine Rückwirkung des Thonschiefers auf den zwischen ihm erstarrten Grünstein, wodurch dieser zunächst den Grenzen schieferige Textur angenommen hat.

Es ist schon bemerkt worden, dafs die blasige und Man-

delsteintextur nur selten an krystallinisch-körnigen Gesteinen sich findet, sehr häufig aber an den dichten. So tritt sie denn auch häufig an den dichten Grünsteinen, den Aphaniten, hervor. Ich kann hierbei die Berührung einer nahe liegenden Frage nicht ganz unterdrücken. Wie kommt es, dafs die Granite weder dicht noch blasig oder mandelsteinartig auftreten? Hat man etwa ihre dichten, schlackigen und mandelsteinartigen Varietäten, wie die schieferige (den Gneifs) nur im System von ihnen getrennt? Ich glaube kaum, ich finde nichts der Art, was man ihnen zurechnen könnte, die Porphyre sind zu jung dazu, es scheint vielmehr ihre Erstarrung durch die ganze Masse hindurch so langsam erfolgt zu sein, dafs Alles krystallinisch-körnig wurde: oder, die weniger festen Aggregrate sind äufserlich zerstört und weggeführt, nur die Kerne noch übrig.

§. 71. *Anhangsweise* habe ich zu den Grünsteinen eine Anzahl besonderer und meist verhältnifsmäfsig seltener Gesteine gerechnet, deren geognostisches Vorkommen dem der Grünsteine entspricht oder wenigstens zu entsprechen scheint. Der Norit, welcher zu diesen Gesteinen gehört, ist während des Abdruckes der Charakteristik Gegenstand einer besonderen Abhandlung des Prof. Scherer geworden, wodurch nun die Unvollständigkeit der ersteren rücksichtlich seiner um so mehr hervortritt. Der Eklogit gehört zu den interessanten Bildungen, welche, obwohl aus verhältnifsmäfsig seltenen Mineralien bestehend, dennoch in ganz verschiedenen Lokalitäten, z. B. im Fichtelgebirge und in den Alpen, auf sehr ähnliche Weise zusammengesetzt auftreten und dadurch um so mehr eine gewisse Gesetzmäfsigkeit (Wahlverwandtschaft?) der Mineralverbindungen zu Gesteinen erkennen lassen, die sich freilich mit der Gesetzmäfsigkeit der chemischen Zusammensetzung einzelner Mineralien bei Weitem noch nicht messen kann. Serpentin ist ein wahrer Proteus unter den Gesteinen, man hat ihn lange für ein einfaches Mineral gehalten, aber im Kleinen läfst sich nachweisen, dafs er wie der Speckstein als Metamorphose mehrer Mineralien auftritt. Die Freiberger bergakademische Mineraliensammlung enthält Serpentin entstanden aus Feldspath, aus Pyroxen und aus Amphibol. Diese That-

sachen berechtigen allerdings zu der Ansicht Breithaupt's, dafs auch die grofsen Massen des Serpentins nichts als Umwandlungsproducte sein werden. Ihr Urgestein dürfte in vielen Fällen ein Grünstein, in anderen ein Feldspathgestein (Granulit, Granit) sein, ihre Metamorphose könnte entweder eine inverse, sogleich bei der Bildung durch besondere Einwirkung der Umgebungen oder eine everse, durch Sublimation bedingte sein. Die allerdings noch sehr vereinzelten Thatsachen, die ich zu Gunsten dieser doppelten Entstehungshypothese anführen kann, sind

1) der Umstand, dafs im Fichtelgebirge, wo amphibolische und pyroxenische Gesteine überaus häufig sind, Diabas und Diorit wesentlich nur im Gebiete des Thonschiefers, Serpentin und Eklogit dagegen nur im Gebiete des Gneifses und Glimmerschiefers auftreten, als hätte eine Verschiedenheit des Nebengesteines gleichzeitige Eruptionen so modificirt (Jahrbuch 1843 S. 177) und

2) das vielfache und vorzugsweise Auftreten der Serpentine im sächsischen Granulitgebiet. Hier haben die Herren Fallou in Waldheim und Müller aus Leifsnig höchst interessante Erscheinungen beobachtet, aus denen letzterer schliefst, dafs diese Serpentine durch Einwirkung chloritischer Eruptionen (oder Sublimationen) aus Granulit, sowie auch aus den darin aufsetzenden Granitgängen entstanden seien. Sie zeigen noch ganz die Textur des Granulites, aber sie sind ganz von Chloritgängen durchschwärmt, so dafs sie im Grofsen eine Art Breccie mit Chlorit als Bindemittel bilden. Die einst granitischen Gänge sind noch deutlich unterscheidbar, sie sind ebenfalls von Chlorit durchzogen, so dafs sie Breccien bilden, und die einzelnen Granitfragmente befinden sich in so ungleichen Umwandlungsstufen, dafs dadurch der Vorgang der Umwandlung in Serpentin stufenweise vor Augen gelegt werden kann.

Allerdings bedürfen auch diese Hypothesen noch einer chemischen Begründung. Die übrigen zu den Grünsteinen gerechneten Gesteine übergehe ich hier.

Eine gewisse Klasse von Grünsteinen ist häufig erzführend, sie bilden zuweilen geradezu Erzgänge, z. B. bei

Schwarzenberg in Sachsen; von ihnen wird bei Betrachtung der Erzgänge weiter unten die Rede sein.

§. 72. *Augitgesteine* (Basaltgebilde). — Die Geognosten sind, wie mir scheint, gewohnt, zwischen Augitporphyr (Melaphyr) und Basalt einen gröfseren Unterschied zu machen, als er durch die Zusammensetzung dieser Gesteine bedingt ist. Diefs kommt theils von der abweichenden Lagerung und Oberflächengestaltung, unter denen diese beiden Gesteine auftreten, theils aber auch daher, dafs man Vieles zum Melaphyr gerechnet hat, was wohl passender den Porphyren beizuzählen ist. Der von L. v. Buch angegebene negative Charakter der Abwesenheit des Quarzes im Melaphyr hat Veranlassung gegeben, eine Menge quarzfreie Porphyre dazu zu rechnen, in welchen Augit überhaupt nicht vorhanden, oder wenigstens nicht nachgewiesen ist. Aufserdem hat man den gröfseren Theil der Mandelsteine dem Melaphyr zugeordnet, während diese wohl in ziemlich gleichen Verhältnissen zu den Grünsteinen, Basalten und Glimmerporphyren gehören dürften.

Die eruptive Entstehung des Melaphyrs ist unzweifelhaft und schon bei der ersten Aufstellung desselben als Gestein durch L. v. Buch nachgewiesen worden. Später hat man ihn mehrfach gangförmig und mit Fragmenten der durchgesetzten Gesteine beobachtet. [Jahrb. 1824. B. Cotta, geogn. Wander. I. S. 114]. Ob er vielleicht auch geologisch rücksichtlich seines relativen Alters den Basalten viel näher stehe, als man gewöhnlich anzunehmen scheint, wage ich nicht zu behaupten; wenn aber seine Trennung vom quarzfreien oder Glimmerporphyr sich durchaus rechtfertigen sollte, so ist es mir sehr wahrscheinlich, und es könnte dann nur die Frage entstehen, ob es nicht zweckmäfsiger wäre, den Namen Melaphyr für Glimmerporphyr beizubehalten und die echten Augitporphyre zu den Basalten zu rechnen.

Vom Dolerit glaubte man lange, er sei mineralogisch ganz dasselbe wie der Basalt, nur in krystallinisch-körnigem Zustande; neuere Untersuchungen haben nun zwar gezeigt, dafs die mineralogische Zusammensetzung nicht ganz genau dieselbe ist, dennoch scheinen beide Gesteine sich genau so zu einander zu verhalten,

wie Diorit und Aphanit. Die ein wenig verschiedene Zusammensetzung kann recht gut durch etwas verschiedene Erkaltungsumstände bedingt sein, und wie es einen Nephelindolorit giebt, so wird es vermuthlich auch einen Nephelinbasalt geben, der nur noch nicht als solcher erkannt ist.

Doleritlava und Basaltlava sind nichts als etwas abweichende Zustände von Dolerit und Basalt, so genannt, weil man sie in Gestalt von Lavaströmen an noch thätigen Vulkanen beobachtet oder sogar fliefsen sieht.

Aber nicht blofs die Uebereinstimmung der Gesteine beweist die analoge Entstehungsweise der Dolerite und Basalte überhaupt, von denen man die ersteren zuweilen als Kern der letzteren findet, sondern man erkennt auch an den Contactwirkungen der ganz von thätigen Vulkanen getrennten Basalte sehr oft die deutlichen Folgen hoher Temperatur, gefrittete, verglaste, verschackte und säulenförmig abgesonderte Sandsteine, körnig gewordene Kalksteine, in Anthrazit verwandelte Braunkohlen u. dergl. Auch die Absonderungsverhältnisse des Basaltes, welche oft ganz besonders regelmäfsig sind, stimmen vollkommen mit der Theorie seiner Erstarrung überein, wie durch die vergleichenden Versuche Gustav Bischoff's sehr gut nachgewiesen worden ist. (Jahrb. 1841 S. 565.)

Der Basalt hat seinen Wackenzustand, seine Tuff- und Conglomeratgebilde, wie wir diese als vulkanischen Tuff und vulkanisches Conglomerat noch jetzt entstehen sehen.

Die Wacke ist wahrscheinlich ein ursprünglich bedingtes Verwitterungsproduct. Der Tuff ist als eine Ablagerung basaltischer Theilchen aus Wasser zu betrachten; sehr oft enthält derselbe organische Reste, die früher von den Neptunisten als Beweise für die sedimentäre Bildung des Basaltes angeführt worden sind. Man hätte dadurch mit demselben Rechte die neptunische Ablagerung aller Laven beweisen können. Basaltconglomerat ist theils als Reibungsconglomerat eine Contactbildung, theils, der Tuffbildung zugehörig, als abgelagertes Conglomerat zu betrachten.

So wie in den Doleriten und Basalten mit dem Augit entweder ein Feldspath oder als dessen Stellvertreter Nephelin

oder Zoolith verbunden ist, so nimmt in den Leuzitgesteinen diese Stelle der Leuzit ein, und man könnte sie deshalb wohl auch als Leuzitdolerit, Leuzitbasalt und Leuzitlava unterscheiden.

Wir sehen, wie erwähnt, die meisten dieser Gesteine noch jetzt entstehen; sie entströmen den Vulkanen in heifsflüssigem Zustande als Lava. Ob sie früher als andere Gesteine vorhanden waren und jetzt nur als umgeschmolzen zu betrachten sind, oder ob man sie als Proben eines noch flüssigen Erdinnern betrachten darf, ist durch Beobachtung kaum zu entscheiden; jedenfalls aber fehlt der ersteren Ansicht zur Zeit noch mehr Begründung als der letzteren. Denn einen heifsflüssigen Zustand des Erdinnern kann man ohne allen Widerspruch der Physik und Chemie annehmen, dagegen hat aber noch Niemand nachzuweisen vermocht, durch welche Ursachen und Vorgänge und aus welchen Gesteinen die Basaltgebilde durch Schmelzung entstanden sein können und warum sie unter den verschiedensten Localverhältnissen, zwischen ganz verschiedenem Nebengestein, auf ganz ungleichem Grundgebirge dennoch so gleichartig entwickelt sind.

§. 73. *Porphyre.* — Es sind diefs Gesteine, in denen der Felsit durchaus vorherrscht. Er bildet nur durch kleine Beimengungen von Quarz, Eisenoxyd, Hornblende, Glimmer und dergl. verunreinigt, eine dichte homogene Grundmasse (einen Teig), in welcher einzelne Krystalle oder krystallinische Körner von Felsit, Felsit und Quarz (Quarzporphyr), Felsit, Quarz und Hornblende (Syenitporphyr), Felsit und Glimmer (Glimmerporphyr), oder Felsit, Quarz und Glimmer als wesentliche Gemengtheile porphyrartig hervortreten. Wir rechnen dazu aber auch noch gewisse Varietäten von dichtem und kugeligem Felsit (Pyromerid), in welchem alle krystallinischen Aussonderungen fehlen und ferner die Pechsteine, Pechsteinporphyre, Perlsteine, Obsidiane und Obsidianporphyre, die rücksichtlich ihrer geologischen Beziehungen z. Th. allerdings mehr zu den Trachyten und Phonolithen, als zu den eigentlichen Porphyren gehören, wie denn wieder mineralogisch diese letzteren den Porphyren z. Th. sehr

nahe verwandt und nicht scharf als Gruppe davon zu trennen sind. Man könnte, wie erwähnt, die der Hauptmasse nach dichten, zuweilen Quarz, Glimmer und Hornblende haltenden ächten Porphyre für die dichten Zustände der Granite halten, wenn sie nicht durch die Art ihres Vorkommens ganz davon geschieden würden.

Die Benennung Porphyre, von der ganz vorherrschenden porphyrartigen Textur entlehnt, kann leicht zu Verwechselungen Veranlassung geben, der Anfänger kann versucht sein, die porphyrartigen Granite, Grünsteine und Basalte dazu zu rechnen; es ist deshalb durchaus nöthig, als Hauptcharakter das gänzliche Vorherrschen des Felsites festzuhalten.

Es war früher sehr gewöhnlich, Hornsteinporphyr, Feldsteinporphyr und Thonsteinporphyr als besondere Gesteine zu unterscheiden, dieser Unterschied beruhte aber mindestens auf dem Irrthum, dafs man ihre Grundmasse (den Teig) für wesentlich verschieden zusammengesetzt hielt, während genauere Untersuchung gezeigt hat, dafs er in allen diesen Varietäten vorherrschend aus Felsit besteht, der sich nur in einem etwas verschiedenen Zustande befindet und wenig verschiedene Beimengungen enthält. Die drei so bezeichneten Varietäten zu unterscheiden ist für die Wissenschaft an sich, noch mehr aber für deren praktische Anwendung nicht unwichtig, nur darf dabei nie jener Irrthum der ursprünglichen Trennung und Benennung übersehen werden. In wissenschaftlicher Beziehung ist es aber allerdings wohl noch wichtiger, die Porphyre nach den darin auftretenden krystallinischen Mineraltheilen zu unterscheiden, und ich habe mich nach dem Abdrucke der kurzen Charakteristik überzeugt, dafs es besser gewesen sein würde, wenigstens den Quarzporphyr und Glimmerporphyr getrennt als besondere Gesteine anzuführen; auch mufs ich hier wiederholen, dafs ein grofser Theil dessen, was man gewöhnlich für Melaphyr gehalten hat, wahrscheinlich zu dem Glimmerporphyr zu rechnen ist, der sehr häufig blasig und mandelsteinartig auftritt. Die Zahl der Gesteinsvarietäten ist in dieser Gruppe ohnediefs so überaus grofs, dafs es wohl vortheilhaft sein wird, künftig einige specielle Bezeich-

nungen mehr zu bilden, als in der Charakteristik aufgenommen sind.

Die Porphyre haben wieder ihre Tuffgesteine und ihre zugehörigen Conglomerate, analog den Grünsteinen und Basalten.

Dafs, abgesehen von den ihnen hier zugerechneten eigentlich vulkanischen Gesteinen, auch die eigentlichen Porphyre Eruptivgesteine sind, dagegen kann längst nicht der geringste Zweifel mehr erhoben werden; es ist das nirgends bündiger nachgewiesen worden, als in v. Beust's Porphyrgebilden (1835). Aber es haben sich auch rücksichtlich ihrer Stimmen erhoben, welche für sie eine metamorphische Bildung reclamiren, und ein Theil von ihnen soll danach sogar an Ort und Stelle durch Umwandlung aus Sandstein oder aus Thonschiefer entstanden sein. Noch Niemand hat indessen entweder durch strenge Beobachtung des Thatsächlichen, oder durch wissenschaftliche Erklärung irgend eine Begründung dieser letzteren, in's Blaue hingeworfenen Vermuthungen geliefert. Dieses harte Urtheil soll jedoch keinesweges der Ansicht von der Metamorphose überhaupt gelten.

Es unterscheiden sich die Trachyte von den Porphyren durch eine mehr durch und durch krystallinische, also mehr granitartige Textur und durch den glasigen Feldspath, welcher in ihnen als Gemengtheil auftritt. Fast nur durch letzteren sind die Trachytporphyre von den gemeinen Porphyren zu unterscheiden, welche erstere mit den Trachyten zusammen vorkommen, gewissermafsen als mehr dichte Varietäten derselben. Wie bequem wäre es, könnte man eben so die Quarzporphyre zu den Graniten rechnen. Da nun aber der Gehalt an deutlichem glasigem Feldspath in den Trachytporphyren oft sehr gering ist, so ist auch der Unterschied an einzelnen Handstücken zuweilen kaum aufzufinden. Das Vorkommen mufs hierbei oft wesentlich über die Benennung entscheiden.

Der Trachyt kommt als Lava vor, und ein grofser Theil des Bimssteines ist eigentlich höchst poröser Trachyt. Domit und sogenannter Alaunstein sind zersetzte, wackenartige oder von schweflichtsaueren Dämpfen durchdrungene Trachyte

Auch Trachyttuff, z. Th. Trafs, und Trachytconglomerat fehlen in gröfseren Trachytgebieten nie. Ehrenberg hat vielfach Infusorienschalen darin gefunden.

Das trachytähnliche Gestein der Vulkane der Andeskette hat man als Andesit von dem europäischen Trachyt unterschieden; es enthält Tetartin statt des glasigen Feldspathes und viel Amphibol, steht also dem Diorit wenigstens sehr nahe, wie denn umgekehrt viele der ungarischen sogenannten Grünsteinporphyre (z. B. die Schemnitzer) offenbar geologisch zu den Trachyten gehören.

Ueber die eruptive Bildung der Trachyte besteht kein Zweifel.

Der Phonolith, im normalsten Zustande frisch, dicht, dunkel grünlichgrau, etwas schieferig, hart und klingend, mit weifser Verwitterungsrinde, nähert sich durch dunkele Färbung zuweilen etwas dem Basalt, viel entschiedener aber durch Krystallisation der Gemengtheile dem Trachyt. Die durch Augit oder Hornblende porphyrartigen Varietäten sind in der Regel mehr erdig (zersetzt) als die anderen, nicht schieferig und nicht klingend. Oft enthalten sie Drusenräume mit zeolithischen Mineralien, seltener ist das Gestein blasig. Phonolithtuff und Phonolithconglomerat sind kaum beobachtet, der Phonolith ist in der That vielleicht nur eine Modification, ein Zustand des Trachytes. In der weifsen Verwitterungsrinde desselben hat Ehrenberg wirklich Infusorienschalen entdeckt. Wie sind sie hinein gekommen?

§. 74. *Rückblick.* — Nach den vorstehenden Bemerkungen lassen sich interessante Zusammenstellungen über die Entstehungsweise der Gesteine machen, z. B. folgende:

Beispiele
in der Natur oder durch Versuche beobachteter Gesteinsbildungen.

Durch primitive Erstarrung.	Meteorsteine.
Durch vulkanische Eruption oder Injection.	Laven (künstliche Schlacken, Metallgüsse).
Durch vulkanische Sublimation.	Schwefel, Eisenglanz, Kochsalz.
Durch everse vulkanische Contact-Metamorphose.	Zersetzte Gesteine der Solfataren. (Künstliche Ziegelsteine, säulenförmige Absonderung der Gestellsteine und Glashäfen.)
Durch inverse vulkanische Contact-Metamorphose.	Säulenförmige Laven. Geringere Krystallisation aller schnell erkaltenden Massen, z. B. an der Oberfläche.
Durch Reibung u. ungleichzeitige Erstarrung bei vulkanischer Eruption.	Lavabreccien (Schlackenbreccien).
Durch vulkanische Ejection und Accumulation.	Schlacken, Lapille, Asche, Bomben, der Vulkane.
Durch Wasserablagerung ejectiver Massen. — Amphoter.	Vulkanische Tuffe, Moja.
Durch mechanische Ablagerung (mechanisch sedimentär).	Neuester Meeressandstein mit thonigem Bindemittel.
Durch gemischte Ablagerung (heterogen sedimentär).	Neuester Meeressandstein mit krystallinischem Kalkbindemittel.
Durch chemische Ablagerung (chemisch sedimentär). — Incrustation.	Kalksinter, Kieselsinter.
Durch organische Processe. Organisch.	Torf, Infusorienerden, Korallenbänke, Guano.
Durch endogene Metamorphose.	Brauneisenstein aus Eisenkies (wobei allerdings die Wirkung des Sauerstoffes von aufsen kommt).

Uebersicht
der wahrscheinlichen Entstehungsarten der Gesteine überhaupt.

(† bezeichnet die ziemlich sicheren, ? die mehr fraglichen Vorgänge, h die bei hoher Temperatur.)

Gesteine.	Primitive Erstarrung.	Eruption u. Injection.	Sublimation.	Everse Contactmetamorphose.	Inverse Contactmetamorphose.	Eruptionsreibung.	Ejection u. Accumulation.	Amphotere Bildung.	Mechanische Sedimentation.	Heterogene Sedimentation.	Chemische Sedimentation.	Organische Thätigkeit.	Endogene Metamorphose.
Körniger Kalkstein	?	†	—	†h	—	—	—	—	—	—	†	—	?
Dichter Kalkstein	—	—	—	—	—	—	—	—	?	?	†	†	—
Breccienartiger Kalkstein	—	—	—	—	—	—	—	—	?	?	?	—	—
Mergelkalkstein	—	—	—	—	—	—	—	—	?	?	—	—	—
Kieselkalkstein	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?	?	—	—
Stinkkalk	—	—	—	—	—	—	—	—	?	?	?	?	—
Kreide	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?	†	—
Grobkalk	—	—	—	—	—	—	—	—	?	?	—	—	—
Rogenstein	—	—	—	—	—	—	—	—	—	†	—	—	—
Kalktuff	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	†	—	—
Kalksinter	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	†	—	—
Dolomit	?	?	—	?	—	—	—	—	—	—	?	—	?
Körniger Gyps	—	?	—	?	—	—	—	—	—	—	?	—	—
Dichter Gyps	—	?	—	?	—	—	—	—	—	—	?	—	—
Fasergyps	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	†	—	—
Anhydrit	—	?	—	?	—	—	—	—	—	—	†	—	—
Steinsalz	—	—	†	—	—	—	—	—	—	—	†	—	—
Spatheisenstein	—	?	—	—	—	—	—	—	—	—	†	—	—
Sphärosiderit	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?	?	—	†
Brauneisenstein	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?	?	†
Bohnerz	—	?	—	—	—	—	—	—	—	—	†	—	—
Raseneisenstein	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	†	?	—
Rotheisenstein	?	?	?	—	—	—	—	—	—	—	?	—	—
Magneteisenstein	?	†	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Itabirit	?	†	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Tapanhoacanga	—	?	?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Graphit	?	—	?	—	—	—	—	—	—	—	—	?	?
Anthracit	—	—	—	†	—	—	—	—	—	—	—	†	†
Schwarzkohle	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	†	†
Braunkohle	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	†	†

Gesteine.	Primitive Erstarrung.	Eruption u. Injection.	Sublimation.	Everse Contactmetamorphose.	Inverse Contactmetamorphose.	Eruptionsreibung.	Ejection u. Accumulation.	Amphotere Bildung.	Mechanische Sedimentation.	Heterogene Sedimentation.	Chemische Sedimentation.	Organische Thätigkeit.	Endogene Metamorphose.
Torf	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	†	†
Asphalt	—	—	?	?	—	—	—	—	—	—	—	?	?
Quarzfels	?	?	—	—	—	—	—	—	—	—	†h	?	—
Quarzbrockenfels	—	—	—	—	—	?	—	—	—	?	?	—	—
Quarzschiefer	?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?	—	—
Kieselschiefer	?	—	—	—	?	—	—	—	—	—	†	?	?
Hornstein	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	†	?	—
Feuerstein	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	†	?	—
Eisenkiesel	—	?	—	—	—	—	—	—	—	—	†	—	—
Jaspis	—	—	—	†	—	—	—	—	?	—	—	—	—
Achat	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	†h	—	—
Halbopal u. Menilit	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	†	?	—
Vitrit	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	†	?	?
Kieseltuff u. Kieselsinter.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	†h	—	—
Polirschiefer u. Klebschiefe	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	†	?
Kieselguhr	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	†	—
Krystallinischer Sandstein	—	—	—	—	—	—	—	—	?	?	?	—	—
Thoniger Sandstein	—	—	—	—	—	—	—	—	†	—	—	—	—
Mergeliger Sandstein	—	—	—	—	—	—	—	—	†	—	—	—	—
Kalkiger Sandstein	—	—	—	—	—	—	—	—	?	†	—	—	—
Talkiger Sandstein	—	—	—	—	—	—	—	?	—	?	—	—	?
Eisenschüssiger Sandstein	—	—	—	—	—	—	—	—	?	†	—	—	—
Kieselsandstein	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?	?	—	?
Grünsandstein	—	—	—	—	—	—	—	?	?	?	—	—	—
Asphaltsandstein	—	—	?	—	—	—	—	—	?	—	—	—	—
Kohlensandstein	—	—	—	—	—	—	—	—	†	—	—	—	—
Arkose	—	—	—	—	—	—	—	†	?	—	—	—	—
Grauwackensandstein	—	—	—	—	—	—	—	—	†	—	—	—	—
Grauwacken-Conglomerat	—	—	—	—	—	—	—	—	†	—	—	—	—
Conglom. des Rothliegenden	—	—	—	—	—	—	—	?	†	—	—	—	—
Nagelfluhe	—	—	—	—	—	—	—	—	†	—	—	—	—
Knochenbreccie	—	—	—	—	—	—	—	—	†	—	—	z.T	—
Schutt	—	—	—	—	—	—	z.T	—	†	—	—	—	—
Kies	—	—	—	—	—	—	—	—	†	—	—	—	—
Sand	—	—	—	—	—	—	z.T	—	†	—	—	—	—
Grus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	†

Gesteine.	Primitive Erstarrung.	Eruption u. Injection.	Sublimation.	Everse Contactmetamorphose.	Inverse Contactmetamorphose.	Eruptionsreibung.	Ejection u. Accumulation.	Amphotere Bildung.	Mechanische Sedimentation.	Heterogene Sedimentation.	Chemische Sedimentation.	Organische Thätigkeit.	Endogene Metamorphose.
Dichter Mergel	—	—	—	—	—	—	—	—	?	?	—	—	—
Mergelschiefer	—	—	—	—	—	—	—	—	+	?	—	—	—
Bituminöser Mergelschiefer.	—	—	—	—	—	—	—	—	+	?	—	z. T	—
Kupferschiefer	—	—	—	—	—	—	—	?	—	+	—	z. T	—
Töpferthon	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—
Bituminöser Thon	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	z. T	—
Lehm	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—
Gelberde	—	—	—	—	—	—	—	—	+	?	?	?	?
Porzellanerde	—	—	—	—	?	—	—	—	—	—	—	—	?
Gebrannter Thon u. s. w.	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Schieferthon	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—
Kohlenschiefer	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	z. T	—
Grauwackenschiefer	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—
Thonschiefer	?	—	—	—	—	—	—	—	+	—	?	—	?
Wetzschiefer	—	—	—	?	—	—	—	—	?	?	?	?	?
Hornfels	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Fleckschiefer	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Zeichnenschiefer	?	—	?	?	—	—	—	—	?	?	—	?	?
Alaunschiefer	?	—	—	—	—	—	—	—	—	?	—	?	?
Schaalstein	—	?	—	?	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chloritschiefer	?	?	—	?	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Itakolumit	?	?	—	?	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Talkschiefer und Talkglimmerschiefer.	?	?	—	?	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Talkkalkschiefer	?	?	—	?	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Kalkglimmerschiefer	?	?	—	?	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Glimmerschiefer	?	—	—	?	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Eisenglimmerschiefer	?	—	—	?	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Gneiſs	?	+	—	?	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Granit	?	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Miaszit	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Trappgranit	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Protogin	?	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Granulit	?	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Greisen	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Schörlfels	?	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?

Gesteine.	Primitive Erstarrung.	Eruption u. Injection.	Sublimation.	Everse Contactmetamorphose.	Inverse Contactmetamorphose.	Eruptionsreibung.	Ejection u. Accumulation.	Amphotere Bildung.	Mechanische Sedimentation.	Heterogene Sedimentation.	Chemische Sedimentation.	Organische Thätigkeit.	Endogene Metamorphose.
Topasfels	—	†	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Syenit	?	†	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Zirkonsyenit	—	†	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Hornblendefels	—	†	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Hornblendeschiefer	?	?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Gabbroit	—	† h	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Diorit	—	† h	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Dioritschiefer	—	? h	—	—	?	—	—	—	—	—	—	—	?
Gabbro	—	† h	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Diabas	—	† h	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Diabasschiefer	—	? h	—	—	?	—	—	—	—	—	—	—	?
Aphanit	—	† h	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Aphanitschiefer	—	? h	—	—	?	—	—	—	—	—	—	—	?
Wacke	—	? h	—	—	?	—	—	?	—	—	—	—	?
Walkerde	—	—	—	—	?	—	—	?	—	—	—	—	?
Grünsteintuff	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Grünsteinbreccie	—	?	—	—	—	†	—	?	—	—	—	—	?
Grönfels	—	† h	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Erlan	—	† h	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Utöfels	—	† h	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Spodumenfels	—	† h	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Norit	—	† h	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Uralfels	—	† h	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Granatfels	—	† h	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Eklogit	—	† h	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Serpentin	—	? h	?	?	?	—	—	—	—	—	—	—	?
Augitfels	—	† h	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Melaphyr	—	† h	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Melaphyrwacke	—	? h	—	—	?	—	—	—	—	—	—	—	?
Dolerit	—	† h	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Doleritlava	—	† h	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Nephelindolerit	—	† h	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Basalt	—	† h	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Basaltlava	—	† h	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Basaltwacke	—	? h	—	—	?	—	—	z. T	z. T	—	—	—	?
Basalttuff	—	—	—	—	—	—	—	†	—	—	—	—	†
Basaltconglomerat	—	—	—	—	—	†	?	—	?	—	—	—	—

Gesteine.	Primitive Erstarrung.	Eruption u. Injection.	Sublimation.	Everse Contactmetamorphose.	Inverse Contactmetamorphose.	Eruptionsreibung.	Ejection u. Accumulation.	Amphotere Bildung.	Mechanische Sedimentation.	Heterogene Sedimentation.	Chemische Sedimentation.	Organische Thätigkeit.	Endogene Metamorphose.
Leuzitfels	—	†h	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Leuzitlava	—	†h	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Syenitporphyr	—	†	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Quarzporphyr	—	†	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Glimmerporphyr	—	†h	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Pyromerid	—	†	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Felsitfels	?	†	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Felsittuff	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
Porphyrbreccie	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—
Pechstein u. Pechsteinporph.	—	†h	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Perlstein	—	†h	—	?	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Obsidian	—	†h	—	?	—	—	+	—	—	—	—	—	?
Bimsstein	—	—	—	?	—	—	+	—	—	—	—	—	—
Bimsstein - Comglomerat	—	—	—	—	—	?	?	?	—	—	—	—	—
Trachyt	—	†h	—	?	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Trachytporphyr	—	†h	—	?	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Trachytdolerit	—	†h	—	?	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Andesit	—	†h	—	?	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Trachyttuff	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
Trachytconglomerat	—	—	—	—	—	?	?	?	—	—	—	—	—
Phonolith	—	†h	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Phonolithwacke	—	?h	—	—	?	—	—	?	—	—	—	—	—
Phonolithtuff	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
Freiberger Silbererzgänge	—	?-	?-	—	—	—	—	—	—	—	†h	—	—
Altenberger Zinnerzgänge	?	—	?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Schwarzenberger erzführende Grünsteine	—	†h	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Versteinerungslehre.

(Paläontologie, Petrefactologie.)

§. 75. *Was sind Versteinerungen?* — In vielen Gesteinen findet man Ueberreste oder Spuren organischer Geschöpfe, welche man Versteinerungen, Petrefacten oder fossile (d. h. wörtlich ausgegrabene) Organismen nennt. Es sind diefs entweder wirklich in Stein umgewandelte, versteinerte Organismen, oder nur von Gestein umschlossene, zum Theil nur wenig umgewandelte organische Theile, oder endlich äufsere oder innere Formabdrücke oder Ausgüsse von Abdrücken.

Dasselbe organische Wesen, z. B. ein Baumstamm, kann auf diese vier verschiedenen Arten als Versteinerung vorkommen. Im ersteren Falle sind alle seine früher aus Holz (Zellen, Gefäfsen, Saft u. s. w.) bestehenden Theile in Stein verwandelt, im zweiten ist derselbe unverändert oder nur wenig verändert als Holz oder Kohle von Gestein eingeschlossen, im dritten ist seine äufsere oder innere Gestalt in Gestein abgedrückt, und im vierten ein solcher Abdruck, nachdem die Holzmasse zerstört war, von Steinmasse ausgefüllt. Die Ausgüsse der Hohlräume oder der Abdrücke nennt man Steinkerne.

Wirklich in Stein umgewandelt finden sich besonders gewisse Pflanzentheile; an ihnen erkennt man häufig noch die feinste innere Structur; nicht nur die Jahresringe, sondern auch alle Zellen und Spiralgefäfse sind, wie es scheint, einzeln in Steinmasse umgewandelt worden und durch verschiedene Färbung oder Dichtigkeit ihrer Theile kenntlich, so dafs man sie wie bei den lebenden Pflanzen unterscheiden kann. Es sind diefs namentlich Stammtheile von Pflanzen (versteinerte Hölzer, Staarsteine)

deren innere Structur durch die Steinmasse so deutlich erhalten worden ist, dafs man dieselbe an papierdünnen Abschnitten unter dem Mikroskop fast besser studiren kann als die der lebenden Pflanzen, da kein ausfliefsender Saft, keine Zerreifsung durch den Schnitt und dergleichen die Beobachtung stört, welche an dem unveränderlichen Exemplare stets wiederholt werden kann.

Die umwandelnde Masse ist hier gewöhnlich Hornstein, Halbopal oder Feuerstein; schon weniger deutlich sind die Umwandelungen in Kalkspath, Thoneisenstein oder Schwefelkies.

Eine Art von Zwischenstufe zwischen wirklich umgewandelten und fast unverändert eingeschlossenen organischen Körpern bilden die Braun- und Steinkohlen. Die innere Structur ist bei ihnen gewöhnlich sehr verwischt, zuweilen aber auch in den dichtesten Abänderungen unter dem Mikroskop noch erkennbar. Ihre Substanz zeigt eine ähnliche chemische Zusammensetzung wie die der Pflanzen, aus denen sie entstanden, aber andere Verhältnisse der einzelnen Stoffe und einige neu hinzugetretene. Sie sind deshalb nicht mehr als wirkliche Pflanzenmasse anzusehen, offenbar aber noch immer etwas ihr sehr Aehnliches. Noch pflanzenähnlicher als die Kohle ist das bituminöse Holz.

Fast unverändert von Steinmasse (Kalkstein, Sandstein, Thon, Lehm, Löfs) umschlossen, finden sich Knochen, Muschelschalen, Polypengehäuse (Korallen) und Infusorienpanzer. Zwar sind in der Regel der thierische Leim und die Färbung aus ihnen verschwunden, sie sind calcinirt, mürbe und weifs. Doch ist diese Veränderung so gering, dafs sie zuweilen nur mit einiger Mühe wahrgenommen werden kann.

Ganz unverändert und oft wunderbar vollständig erhalten, sind die von Bernstein umschlossenen Thiere oder Pflanzentheile (Insecten, Wurzeln und dergleichen). Ein sonderbares Beispiel der erhaltenen Substanz liefert ferner der Tintensack von in Kalkstein eingeschlossenen Sepien (Tintenfischen), dessen Inhalt man noch als Farbe benutzen konnte. Die geologische Gesellschaft zu London besitzt z. B. mehre mit fossiler Sepie getuschte Zeichnungen. Eine ähnliche Erscheinung

war auch der in Sibirien eingefroren gefundene vollständige vorweltliche Elephant, dessen Fleisch so gut erhalten war, dafs es die Hunde frafsen.

Als Abdrücke finden sich sowohl pflanzliche als thierische Theile, Blätter, Früchte, Stämme, Korallen, Muscheln, Krebse, Fische, Fährten von Amphibien, Vögeln und Säugethieren. Die äufsere Form des organischen Körpers ist durch Umschliefsung von Steinmasse (Kalkstein, Sandsein, Thonstein, Schieferthon u. s. w.) abgebildet worden, seine Substanz aber ist nicht mehr vorhanden. Eine besondere Art der Abdrücke bilden wie erwähnt, die Steinkerne (Ausgüsse hohler Bäume), Abformungen des inneren Raumes von Muschelschalen oder Ausgüsse von Hohlabdrücken. Sie sind ganz besonders häufig, man findet auf diese Weise namentlich Baumstämme, Korallen, Muscheln und Thierfährten, die Fährten gewöhnlich als Reliefs an der unteren Fläche von Schichten, da die Fufseindrücke auf der Oberfläche eines weichen Bodens erfolgten und dann erst durch eine darüber abgelagerte Schicht erfüllt wurden.

§. 76. *Wo findet man Versteinerungen?* — Nicht alle Gesteine enthalten Versteinerungen, ihr Vorkommen beschränkt sich vielmehr auf eine gewisse Zahl derselben, welchen allen in der Regel zugleich Schichtung eigen ist. Es versteht sich von selbst, dafs auf vulkanische oder plutonische Weise entstandene Gesteine keine organischen Reste enthalten können. Die Sonderung in geschichtete (durch successive Aufeinanderlagerung entstandene) Gesteine, Schiefergesteine, Massengesteine und Ganggesteine stimmt hiermit sehr gut überein, denn im Allgemeinen enthalten, wie erwähnt, nur geschichtete Felsarten Versteinerungen, namentlich: Kalkstein, Sandstein, Conglomerat, Schieferthon, Mergel, Grauwackenschiefer, Thon, Lehm u. dergl. Seltener sind sie schon in den sehr krystallinischen Schichtgesteinen, wie Dolomit, Gyps und Steinsalz. Nie findet man in krystallinischen, Schiefer-, Massen- und Ganggesteinen, wie Glimmerschiefer, Gneifs, Granit, Porphyr, Syenit, Grünstein, Basalt, Phonolith, Trachyt, Lava u. s. w., wirklich ihnen angehörige Petrefacten, wenn auch zuweilen organische Reste enthaltende Bruchstücke anderer Gesteine von ihnen

umschlossen werden, wodurch der Schein hervorgebracht werden kann, als enthielten sie dieselben. In diesem Falle befinden sich die Versteinerungen nicht auf ursprünglicher, sondern auf secundärer Lagerstätte. In ähnlicher Weise enthalten auch geschichtete Gesteine, jedoch nur selten, Petrefacten, welche eigentlich einem anderen Gesteine (einer älteren Zeit) angehören, indem sie dieselben zum zweiten Male umschlossen haben. Unter den losen Geröllen, welche die Erdoberfläche bedecken, findet man recht häufig Versteinerungen, die nicht der Geröllablagerung, sondern den Gesteinen und ihren Bildungszeiten angehören, von welchen die Gerölle herrühren. So enthalten die Geschiebe des Kreuzberges bei Berlin Versteinerungen aus 3 oder 4 Formationen. Oft bestehen die Versteinerungen aus festerer Substanz als das ursprünglich sie einschliefsende Gestein; wenn dieses dann verwittert, so bleiben sie unversehrt an seiner Oberfläche liegen, während sie früher von den jetzt zerstörten Gesteinstheilen fest umschlossen wurden.

Befinden sich Versteinerungen auf ihrer ursprünglichen Lagerstätte, so liegen sie gewöhnlich nicht ohne Ordnung durcheinander, sondern auf eine Weise vereinigt, aus der man einigermafsen auf die Verhältnisse ihrer Lebensperiode schliefsen kann. Neben Landpflanzen oder Landthieren findet man in der Regel keine Geschöpfe des Meeres, und die Bewohner des flachen Meeresgrundes sind abgesondert von denen der Tiefe. Oft sind gewisse Schichten besonders reich an organischen Resten, während dazwischenliegende kaum Spuren davon enthalten.

Was das Niveau und die klimatischen Verhältnisse anlangt, unter welchen Versteinerungen gefunden werden, so lassen sich diese durchaus nicht unmittelbar auf eine Norm zurückführen, welche den jetzigen Lebensbedingungen entspräche. Die Reste einer üppigen Landvegetation, Steinkohlen und deutliche Abdrücke succulenter Pflanzen, elephantenähnliche Pflanzenfresser und andere Geschöpfe, ungefähr entsprechend den Bewohnern der jetzigen Tropen, werden eben sowohl unter dem Boden des Meeres gefunden, als in Höhen und Breiten, wo jetzt der

ewige Schnee beginnt, während Gesteine mit Meeresmuscheln
in den Schweizeralpen bis zu 10000′,
in den Anden bis zu 12000′ (nach v. Humboldt, Pöppig
und Orbigny),
und im Himalaja bis zu 16000′ (nach Capt. Lloyd)
ansteigen, und ebenso wie die Pflanzen bis zu den höchsten Breitengraden, unter denen sie bekannt sind, zum Theil den Charakter eines warmen Klima's an sich tragen.

Die Geologie wird uns diese scheinbaren Abnormitäten durch vielfach erfolgte Hebungen und Senkungen, sowie durch allmälige Abkühlung der Erdoberfläche erklären.

§. 77. *Welche Organismen findet man versteinert?* — Wenn wir die Organismen mustern, von denen bis jetzt versteinerte Ueberreste gefunden worden sind, so ergiebt sich, dafs durch dieselben keineswegs alle Thier- und Pflanzenfamilien der jetzigen Schöpfung repräsentirt, und dafs im Allgemeinen mehr Wasser- als Landgeschöpfe fossil gefunden werden.

Nicht alle Thier- und Pflanzenarten scheinen zur Versteinerung geeignet gewesen zu sein, überhaupt aber finden wir in der Regel nicht etwa ganze Thier- und Pflanzenindividuen, sondern vielmehr nur einzelne Theile derselben versteinert, und zwar vorzugsweise gewisse härtere, der Fäulnifs oder dem mechanischen Druck einige Zeit widerstehende, z. B. Blätter, Rinden, Holz, harte Früchte, Schalen und Steingehäuse von Infusorien, Zoophyten, Muscheln und krebsartigen Thieren, Knochen, Schuppen, Zähne, Hörner oder Excremente von Fischen, Reptilien, Vögeln und Säugethieren. Aus diesen einzelnen, oft noch dazu breit gedrückten oder verstümmelten Theilen hat man in der Idee vollständige Individuen zu ergänzen und mit lebenden Geschöpfen zu vergleichen gesucht. Die Ergänzung ist bei vielen Thier- und Pflanzenarten gut gelungen, die specielle Vergleichung dagegen fast stets unausführbar gewesen. Als Resultat aller dieser Forschungen hat sich vielmehr bisher ergeben, dafs die versteinerten Organismen — die Reste belebter Vorwelten — im Allgemeinen zwar nach denselben Naturgesetzen organisirt waren und unseren jetzigen

Thieren und Pflanzen vielfach sehr ähneln, bei specieller Vergleichung sich aber doch, mit geringen Ausnahmen, sämmtlich als specifisch verschieden ergeben. Nur einige in den obersten (neuesten Gebirgsschichten gefundene Arten stimmen mit jetzt lebenden vollkommen überein, alle anderen weichen, wie es scheint, immer mehr von der lebenden Schöpfung ab, in je tieferen (älteren) Schichten sie gefunden werden. Viele dieser als ausgestorben anzusehenden Arten gehören noch lebenden Gattungen (*Generibus*) an, andere lassen sich an bestehende *Genera* nicht anreihen, und einige sind so abweichend gebaut, dafs man sie nicht einmal einer lebenden natürlichen Familie oder Ordnung beizuzählen vermag. Daraus folgt von selbst, dafs die Petrefactenkunde ein eigenes Studium erfordert; der Botaniker oder der Zoolog, welcher sich nur mit lebenden Geschöpfen beschäftigt hat, ist dadurch noch nicht befähigt, Versteinerungen zu bestimmen, denn diese gehören gewissermafsen einer anderen Welt an und haben deshalb auch meist ganz neue Namen erhalten müssen.

Da, wie wir später sehen werden, die Versteinerungen in denselben Schichten oder Schichtensystemen (Formationen) sich fast überall ziemlich gleich bleiben, in den übereinander liegenden Formationen aber sehr verschieden sind, so ist ihre Kenntnifs ein höchst wichtiges und zugleich das sicherste Hülfsmittel zur Bestimmung der Formationen. Der Geognost kann deshalb nicht ohne petrefactologische Kenntnisse bestehen. Wenn er selbstständig arbeiten will, mufs er wenigstens befähigt sein, mit Hülfe von Büchern die ihm vorkommenden Versteinerungen zu bestimmen. Die empfehlenswerthesten petrefactologischen Handbücher sind gegenwärtig:

1) Bronn's *Lethaea geognostica*,
2) Unger's *Synopsis plantarum fossilium* und
3) Geinitzens Grundrifs der Versteinerungskunde.

Sie reichen jedoch natürlich nicht aus, um alle Arten zu bestimmen, dafür findet man aber in ihnen die weitere Literatur citirt.

Hier möge nun noch eine Uebersicht der für den Geognosten wichtigsten fossil gefundenen Organismen folgen.

Pflanzen.

(Mit sehr geringen Abweichungen nach Unger's Synopsis geordnet, wo die näheren Bestimmungen und die Autoren nachzusehen sind. Die Formationsbezeichnungen beziehen sich auf die tabellarische Reihenfolge der Schichtgesteine.)

A. Akotyledonen.

(Pflanzen ohne Samenlappen.)

I. Klasse, Algae, Algen.

Gefäſslose Pflanzen ohne erkennbare Befruchtung.

Confervites. In Moosachaten, Molassegliedern, Kreidetuff und Keuper sind einige nicht scharf bestimmbare Arten bekannt.

Fucoides. Von Gr. Sternberg und Ad. Brongniart in die ausgestorbenen Gattungen

Caulerpites, Codites, Halyserites, Münsteria, Chondrites u. s. w. vertheilt, welche aber alle für geognostische Bestimmungen nicht sehr wichtig sind; die wichtigsten hierzu gehörigen Arten sind folgende:

Caulerpites selaginoides im Kupferschiefer,
— colubrinus im Jura,
— elegans im Jura,
— frumentarius im Kupferschiefer,
Codites serpentinus im Jura,
Halyserites Reichii in den Niederschönaschichten,
Chondrites Targionii, in der Kreidegruppe,
— intricatus in der Kreide und
— lumbricarius im Jura.

II. Klasse, Characeae, Charen.

Chara, z. B.

Chara medicaginula im Süſswasserkalk des Pariser Beckens.

III. Klasse, Lichenes, Flechten.

(Nicht sicher im fossilen Zustande bekannt.)

IV. Klasse, Fungi, Pilze.

(Selten und fast nur als Schmarotzer auf anderen Pflanzenabdrücken fossil bekannt.)

V. Klasse, Musci, Moose.

(Im fossilen Zustande selten und unwichtig, am häufigsten noch im Kalktuff.)

VI. Classe, Calamariae.

(Pflanzen mit Gefäſsen, aber unvollkommener Befruchtung.)

Ordnung: Calamiteae.

Calamites. Gegliederter und gerippter Stamm. Von der Grauwacke bis zum Keuper häufig, stets Land- und Sumpfvegetation bezeichnend. Die wichtigsten Arten sind:

Calamites decoratus in der Steinkohlenformation.
— Suckowii in der Steinkohlenformation.
— cruciatus in der Steinkohlenformation.
— arenaceus in der Triasgruppe.

Calamitea. Vielleicht nur die innere Textur gewisser Calamiten, während andere allerdings davon abweichen. Nur im Rothliegenden bekannt, deshalb die einzelnen Arten nicht sehr wichtig.

Equisetites. Von den Calamiten durch die noch erkennbaren Blattscheiden an den Abgliederungen unterschieden. Am häufigsten in der Triasgruppe. Die wichtigsten Arten sind:

Equisetites columnaris im Keuper und
— Münsteri im Keuper.

Bornia. Eine etwas unsichere Gattung, wohl zu Calamites zu rechnen.

Ordnung: Equisetaceae, Equiseten.

Equisetum. Selten und nur in sehr neuen Schichten, deshalb unwichtig.

Ordnung: Asterophyllitae, Sternblätter.

Volkmannia. Als Gattung zweifelhaft. Selten und deutlich nur in der Steinkohlenformation bekannt.

Asterophyllites. Gegliederter, von schmalen und spitzen Blättchen an den Gliedern sternförmig umgebener Stengel, zuweilen mit Fruchtkätzchen. Die einzelnen Arten, welche sich meist nicht sehr von einander unterscheiden, sind nur von der Grauwacke bis zum Rothliegenden bekannt.

Annularia. Die quirlständigen Blättchen der Abgliederungen sind an der Basis verwachsen und meist nicht so spitz als bei Asterophyllites. Die nicht sehr unterschiedenen Arten sind mit Bestimmtheit nur aus der Steinkohlenformation bekannt.

VII. Klasse, Filicites, Farrenkräuter.

(Pflanzen mit Gefäfsen, sehr entwickelten Blättern, aber unvollkommener Befruchtung, meist auf den Blättern.)

Taeniopteris. Die Secundärnerven der Blättchen laufen ziemlich rechtwinkelig von dem dicken Hauptnerv aus. Befruchtung in linienförmigen Streifen. Vom Rothliegenden bis in die Molasseglieder bekannt, am häufigsten in Keuper und Lias, z. B.

Taeniopteris Münsteri im Keuper
— vittata im Lias.

Anomopteris. Nur eine Art im bunten Sandstein.

Laccopteris. Nur im Lias bekannt.

Neuropteris. Der Hauptnerv der Blättchen zertheilt sich von der Basis nach der Spitze zu in Secundärnerven, welche ein- bis zweimal dichotom sind. Befruchtung unbekannt. Es sind 49 Arten bekannt, die meisten in der Steinkohlenformation, einige in der Grauwacke und aufwärts bis in die Juragruppe.

Odontopteris. Ohne deutlichen Hauptnerv. Am häufigsten in der Steinkohlenformation, seltener bis zum Lias.

Cyclopteris. Ungefiedertes Blatt mit zahlreichen, von der Basis ausstrahlenden dichotomen, unter sich gleichen Nerven. 27 Arten von der Grauwacke bis in die Juragruppe bekannt.

Noeggeratia. Nicht häufig in der Grauwacke und Kohlengruppe.

Dictyopteris. Von Neuropteris durch das Anastomosiren der Nerven unterschieden.

Sphenopteris. Sehr gefiederte Wedel, Blättchen oft gelappt oder auch noch gezähnt, Secundärnerven vom nicht sehr deutlichen und gebogenen Hauptnerv auslaufend. Fructification punktförmig oder randlich. 69 Arten, die meisten der Steinkohlenformation angehörig, doch auch bis in die Kreidegruppe bekannt.

Hymenophyllites. 13 Arten, theils in der Kohlen-, theils in der Juragruppe bekannt.

Tichomanites. Nicht häufig in der Kohlen- und Triasgruppe.

Diplazites. Selten und nur in der Steinkohlenformation bekannt.

Asplenites. 9 Arten in der Kohlengruppe.

Thaumatopteris. Nur im Keuper.

Acrostichites. 6 Arten im Keuper und Jura.

Chlathropteris. 1 Art im Keuper und Lias.

Alethopteris. Secundärnerven rechtwinkelig vom Hauptnerv auslaufend, einfach und dichotom. 45 Arten, die meisten aus der Steinkohlenformation, einige aus buntem Sandstein, Keuper, Jura und Quadersandstein bekannt.

Cyatheites. In der Steinkohlenformation 10, im Keuper 1 und im Jura 2 Arten bekannt.

Hemitelites. 4 Arten aus der Steinkohlenformation und aus dem Lias bekannt.

Camptopteris. Arten aus Keuper, Lias und Quadersandstein bekannt.

Polypodites. 10 Arten aus der Steinkohlenformation, der Jura- und Kreidegruppe bekannt.

Glossopteris. Einfaches Blatt, die Secundärnerven unter spitzen Winkeln vom Hauptnerv auslaufend. 2 Arten in der Steinkohlenformation.

Pecopteris. Oft mehrfach fiedriger Wedel. Die meist dichotomen Secundärnerven entspringen ziemlich rechtwinkelig aus dem dicken

Hauptnerv, oder der Hauptnerv ist gebogen, und sie treten dann unter mehr spitzen Winkeln aus ihm hervor. 68 Arten, die meisten in der Steinkohlenformation, einige in der Grauwacken-, Jura- und Kreidegruppe, mehre im Keuper.

Aphlebia. Mehre unsichere Arten in der Steinkohlengruppe und in der Waldformation.

Protopteris. In Spiralen genarbter Stamm, z. B.

Protopteris punctata. Aus der Kohlenformation.

Tubicaulis. Von divergirenden röhrenförmigen Gefäſsbündeln gebildeter Farrenstrunk. 5 Arten, im Rothliegenden bekannt.

Caulopteris. In Spiralen genarbter Stamm. In der Steinkohlenformation und im bunten Sandstein kommen mehre Arten vor.

Cottaea. Im bunten Sandstein und Keuper.

Porosus. Die Art Porosus communis gehört zu Psaronius und die Art P. marginatus zu Protopteris erosa (Waldformation).

Psaronius. Aus parallelen röhrenförmigen Gefäſsbündeln bestehender Farrenstamm. 13 Arten im Rothliegenden.

VIII. Klasse, Hydropterides, Marsiläaceen.

Sphenophyllum. Gegliederter Stengel an den Gliedern von Quirlen keilförmiger Blätter umgeben. 7 Arten, alle in der Steinkohlenformation. Ist wohl richtiger zu den Asterophyllitäen zu stellen.

IX. Klasse, Selagines.

Stigmaria. Fleischiger Stamm mit einfachen Blättern, welche spiralförmig stehende Narben zurücklassen.

Stigmaria ficoides ist sehr bezeichnend für die Steinkohlenformation, die anderen Arten sind selten. Wird für die Wurzel von Sigillaria gehalten.

Didymophyllon und Aucistrophyllum. Nur in der Grauwacke.

Sigillaria. Der Länge nach gestreifter und auf den Streifen in Spiralen genarbter Stamm. Die Narben oft sehr zierlich. 57 Arten (auſser zweien in der Grauwacke), alle der Steinkohlenformation angehörig; die bezeichnendsten sind folgende:

Sigillaria tessellata,
Sigillaria elegans und
Sigillaria reniformis.

Lepidodendron. Von lanzetförmigen Blättchen schuppig bedeckter oder nach deren Abfall durch rhomboidale, in Spiralen stehende Narben bezeichneter Stamm. Lycopodienähnlich. 31 Arten bezeichnend für die Steinkohlengruppe, nur undeutliche Exemplare in der Grauwacke.

Bergeria. 6 etwas unsichere Arten in der Kohlen- und Kreidegruppe.

Uodendron. 9 Arten in der Kohlengruppe.

Megaphytum. Steinkohlenformation.

Knorria. Fleischiger Stamm, von fleischigen, spiral stehenden Blättern bedeckt. Bezeichnend für die Steinkohlenformation, besonders: Knorria imbricata.

Lepidophyllum. 7 Arten in der Steinkohlenformation.

Lepidostrobus. 7 Arten in der Kohlengruppe, vielleicht als Frucht zu Lepidodendron gehörig.

Lycopodites. Von schuppenförmigen Blättchen bedeckte Lycopodienzweige. 21 Arten von der Grauwacke bis in die neuesten Schichten bekannt.

B. Monokotyledonen.

(Pflanzen mit einem Samenlappen.)

X. *Klasse, Zamieae.*

Cycadites. Einfach gefiederter Wedel, Blättchen mit der ganzen Basis aufsitzend, dem dicken Mittelnerv parallel gefältelt. 6 Arten in der Jura- und Kreidegruppe.

Zamites. Blättchen von vielen parallelen, zuweilen dichotomen Nerven durchzogen. 25 Arten, meist in der Juragruppe, einige in der Trias-, einige in der Kohlengruppe.

Pterophyllum. Blättchen an der Rachys hinabgezogen, mit einfachen parallelen Nerven. 29 Arten, am häufigsten in der Trias- und Kreidegruppe.

Nilsonia. Einige der parallelen Nerven zeichnen sich aus. 11 Arten in der Trias-, Jura- und Kreidegruppe.

Zamiostrobus. Wahrscheinlich Früchte der obigen Gattungen.

Cycadeoidea. Wahrscheinlich Stämme der vorigen Gattungen.

Medullosa. Wahrscheinlich die innere Textur ähnlicher Stämme. 3 Arten im Rothliegenden.

Pachypteris. Unsichere Bestimmung.

XI. *Klasse, Glumaceae.*

Culmites. Unsicher.

Poacites. Unsicher.

XII. *Klasse, Enantioblastae.*

Palaeoxyris. Selten in der Triasgruppe.

XIII. *Klasse, Coronariae.*

Preissleria. 1 Art im Keuper.

Clathraria Legelli. In der Waldformation.

Bucklandia squamosa. Im Jura.

Schizoneura paradoxa. Im bunten Sandstein.

XIV. Klasse, Scitamineae.

Trigonocarpum. Eine ovale Frucht, von welcher 8 Arten aus der Kohlengruppe bekannt sind.

XV. Klasse, Fluviales.

Zosterites. Längliche Blätter mit wenigen parallelen Nerven.

Caulinites. Aestige gestreifte und genarbte, oft runzelige Stämme. 4 Arten aus Süſswasserformationen.

Potamogeton. 3 Arten im Süſswasserkalk.

XVI. Klasse, Spadiciflorae.

Aethophyllum. 2 Arten im bunten Sandstein.

Echinostachys. 2 Arten im bunten Sandstein.

Nipadites. 13 Arten im Londonthon.

XVII. Klasse, Principes, Palmen.

Flabellaria. Fächerförmiges Blatt. 14 Arten in der Kohlen-, Kreide- und Molassegruppe.

Phoenicites. 3 Arten in der Molassegruppe.

Fasciculites. Stämme mit dünnen, ziemlich parallelen Gefäſsbündeln. 11 Arten wahrscheinlich alle aus der Molassegruppe.

C. Polykotyledonen.

(Pflanzen mit mehren Samenlappen.)

XVIII. Classe, Coniferae, Zapfenträger.

Juniperites. Juniperusähnliche Pflanzen. 3 Arten in der Molassegruppe, 1 im Pläner.

Thuytes. Lebensbaumähnliche Pflanzen. 4 Arten in der Jura- und Kreidegruppe, 3 in der Molassegruppe bekannt.

Cupressites. 13 Arten in Londonthon, 2 in der Braunkohlenformation.

Cupressites Ullmanni im Kupferschiefer und bunten Sandstein.

Taxodium.

Taxodium europaeum in der Braunkohlenformation.

— oeningense in der Molassegruppe.

Taxodites. 2 Arten im Keuper, 1 in der Braunkohlenformation.

Thuyoxylum. Holz mit Jahrringen und einfachen Markstrahlen. 6 Arten aus der Molassegruppe bekannt.

Pitys. Nadelholzzweige und Zapfen. 17 Arten aus der Molassegruppe, 1 aus dem Lias bekannt.

Elate. Nadelholzzweige und Zapfen. 8 Arten vom Lias bis in die Molasse, 1 in der Steinkohlengruppe.

Cunninghamites. 1 Art im Keuper, 1 in den Niederschönaschichten, 1 im Lias.

Voltzia.

Voltzia Phillipsii im Zechstein.

— heterophylla und acutifolia im bunten Sandstein.

Haidingera. 4 Arten im bunten Sandstein.

Pinites. 7 Arten in der Kohlengruppe, 1 im Keuper, 1 in der Grauwacke bekannt.

Peuce. 20 Arten von der Kohlengruppe bis in die neuesten Schichten.

Taxites. 8 Arten in der Jura- und Molassegruppe.

Taxoxylum. Molassegruppe.

XIX. Klasse, Aquaticae.

Ceratophyllites Fangasii. In der Molassegruppe.

D. Dikotyledonen.

(Pflanzen mit 2 Samenlappen, alle nur in neuen Formationen, oft schwer bestimmbar und deshalb meist die Arten geognostisch nicht wichtig.)

XX. Klasse, Juliflorae.

Comptonia. 4 Arten in der Molassegruppe.

Myrica. 6 Arten in der Molassegruppe.

Betula, Betulites und Betulinum. 6 Arten in der Molassegruppe.

Alnus. Molassegruppe.

Quercus. 13 Arten in der Molassegruppe.

Fagus. 5 Arten in der Molassegruppe.

Carpinus. 3 Arten in der Molassegruppe.

Carpinites arenaceus. Im oberen Quadersandstein.

Ulmus. 9 Arten in der Molassegruppe.

Ulminium diluviale, „Sündfluthholz" von Joachimsthal. Im Basalttuff.

Liquidambar. 2 Arten in der Molassegruppe.

Populus. 8 Arten in der Molassegruppe.

Salix. 8 Arten in der Molasse-, mehre in der Kreidegruppe.

Credneria. 7—8 Arten in der Kreidegruppe.

XXI. Klasse, Oleraceae.

Pisonia subcordata in der Molassegruppe.

XXII. Klasse, Thymelaeae.

Daphnogene cinnamomeifolia. Braunkohlensandstein.

Petrophiloides. 7 Arten im Londonthon.

XXIII. Klasse, Contortae.

Apocinophyllum. 4 Arten in der Molassegruppe.

XXIV. Klasse, Nuculiferae.

Petraea Palmytii. Molassegruppe.

XXV. Klasse, Petalanthae.

Diospyros btachysepala. Molassegruppe.

XXVI. Klasse, Discanthae.

Pimpinellites Zizioides. Molassegruppe.

XXVII. Klasse, Polycarpicae.

Liriodendron Procaccinii. Molassegruppe.

XXVIII. Klasse, Nelumbia.

Nymphaea. 2 Arten in der Molassegruppe.

XXIX. Klasse, Peponiferae.

Cucumites variabilis im Londonthon.

XXX. Klasse, Columniferae.

Hightea. 10 Arten im Londonthon.
Tilia. 2 Arten in der Molassegruppe.

XXXI. Klasse, Hesperides.

Klippsteinia medullaris. Braunkohlenformation.

XXXII. Klasse, Acera.

Acer und Acerites. 17 Arten in der Molassegruppe.
Cupanoides, 8 Arten im Londonthon.

XXXIII. Klasse, Frangulaceae.

Rhamnus. 2 Arten in der Molassegruppe.

XXXIV. Klasse, Trioccae.

Buxus balearica. Molassegruppe.

XXXV. Klasse, Terebinthineae.

Juglans und Juglandites. 11 Arten in der Molassegruppe.
Rhus. 5 Arten in der Molassegruppe.

XXXVI. Klasse, Calyciflorae.

Myriophyllites. 3 Arten aus der Steinkohlenformation, 1 aus der Molassegruppe.

XXXVII. Klasse, Myrtiflorae.

Melastoma und Myrtus. Unsicher, ob fossil.

XXXVIII. Klasse, Rosiflorae.

Pyrus Theobroma. Molassegruppe.

XXXIX. Klasse, Leguminosae.

Leguminosites. 18 Arten im Londonthon.

Thiere.

Abweichend von der Anordnung der fossilen Pflanzen, lasse ich die Uebersicht der wichtigsten fossilen Thiere mit den am höchsten entwickelten beginnen und zu den niedriger stehenden fortschreiten, nur um dabei die vortreffliche Versteinerungskunde von Geinitz zu Grunde legen zu können, in welcher nöthigen Falls die Autoren, Synonyme u. s. w. nachzusehen sind.

A. Vertebrata. Wirbelthiere.

(Mit einem inneren Knochenskelett.)

I. Klasse, Mammalia. Säugethiere.

(Aus dieser Klasse kommen nur in den neuesten Formationen bis zur Kreide abwärts viele Ueberreste vor, sichere Spuren derselben sind nur bis in die Juragruppe bekannt. Die ganze Klasse ist theils aus diesem Grunde, theils weil die sichere Bestimmung der vereinzelten Knochen oft sehr schwierig ist, für den Geognosten zur Formationsbestimmung ziemlich unwichtig, sehr wichtig dagegen für geologische Speculationen.)

1. Ordnung: Bimana, Zweihänder.

Homo, der Mensch. Noch ist kein sicheres Beispiel bekannt von fossilen Menschenresten, welche älter als das Diluvium wären. Der Mensch scheint demnach nur der gegenwärtigen Schöpfungsperiode anzugehören, in ihr findet man aber auch fossile Ueberreste desselben.

2. Ordnung: Quadrumana, Vierhänder.

Erst seit 1837 kennt man fossile Affenreste und zwar nur aus den neuesten Formationen.

3. Ordnung: Chiroptera, Handflügler.

Reste von Fledermäusen finden sich abwärts bis in die oberen Molasseformationen.

4. Ordnung: Carnivora, Fleischfresser.

Erinaceus, Igel,
Sorex, Spitzmaus,
Talpa, Maulwurf,
Ursus, Bär,
Meles, Dachs,
Canis, Hund,
Hyaena, Hyäne,
Felis, Katze, Luchs, Leopard, Panther, Tiger, Löwe,
Phoca, Robe u. s. w.

Aus allen diesen Gattungen sind fossile Arten in der Löfsformation, besonders in Höhlen bekannt; eine der wichtigsten ist: Ursus spelaeus. Hierzu gehören auch die ausgestorbenen Gattungen: Palaecyon, Speothos, Cynailurus u. s. w.

5. Ordnung: Marsupialia, Beutelthiere.

Didelphys, Beutelratte. In Diluvialgebilden.

Phascolotherium Bucklandi, ein Unterkiefer in den Juraschiefern von Stroesfield, und

Thylacotherium, aus denselben Schichten, sind die ältesten sicheren Säugethierreste.

6. Ordnung: Glires, Nagethiere.

Sciurus, Eichhorn,
Myoxus, Haselmaus,
Mus, Maus, Ratte,
Castor, Biber,
Lepus, Hase u. s. w.

Von diesen, so wie von den erloschenen Gattungen: Megamys, Archaeomys, Titanomys, Reste im Löfs und in Molassegliedern.

7. Ordnung: Edentata, Zahnlose.

Megalonyx,
Megatherium,
Mylodon,
Scelidotherium
Platyonyx,
Clyptodon.

Von diesen und anderen ausgestorbenen, den Faulthieren ähnlichen Gattungen kommen mehre Arten im Löfs und in oberen Molassegliedern vor, ebenso Spuren von Gürtelthieren u. s. w.

8. Ordnung: Pachydermata, Dickhäuter.

Elephas primigenius, Mammuth. Sehr verbreitet im Löfs.

Mastodon. 4 Arten dieser erloschenen Gattung im Löfs und in oberen Molassegliedern.

Tetracaulodon. 5 Arten dieser ausgestorbenen Gattung im Löfs.

Dinotherium. Mehre Arten dieser ausgestorbenen Gattung in Molassegliedern und im Löfs.

Missourium. Das gröfste bekannte Säugethier, zwar ausgestorben, aber, wie es scheint, erst in historischer Zeit.

Hippopotamus, Flufspferd, Sus, Schwein, Rhinoceros, Nashorn, Tapirus, Tapir, Equus, Pferd, u. s. w. — Ausgestorbene Arten dieser noch existirenden Gattungen im Löfs und in Molassegliedern,

Hyotherium, Anthracotherium, Elasmotherium, Lophiodon, Palaeotherium, Anoplotherium, Adapis, Toxodon, Hippotherium u. s. w. — Ausgestorbene Gattungen im Löfs und in der Molassegruppe.

9. Ordnung: Ruminantia, Wiederkäuer.

Palaeomeryx. Ausgestorbene Gattungen in der Molasse und mehre ausgestorbene Arten der Gattungen:

Cervus, Hirsch,

Bos, Rind, u. s. w. in neuen Formationen.

10. Ordnung: Cetacea, Fischsäugethiere.

Metaxytherium, Zeuglodon, Ziphius u. s. w. — Ausgestorben in der Molassegruppe.

Delphinus, Delphin, Balaena, Wallfisch, u. s. w., — In der Molasse, sowie z. Th. noch neuere Reste und lebend.

II. Klasse. Aves, Vögel.

Thiere dieser Klasse kommen unter allen am seltensten vor, vielleicht weil sie durch ihre Flugkraft sich plötzlichen Naturrevolutionen leichter entziehen konnten als andere. Die ersten Spuren von Vögeln findet man als Fährtenausgüsse im bunten Sandstein, einige Knochen sind in der Kreideformation und mehre in Molassegebilden bekannt. Die Vogelfährten sind von Hitchcock, der sie 1836 zuerst in Nordamerika fand,

Ornithichnites genannt worden, wovon man schon 7 Arten kennt.

Unter den Knochenresten sind die wichtigsten die von der fossilen Riesenvogelgattung

Dinoris, der Molassegruppe angehörig.

III. Klasse, Reptilia, Reptilien, Amphibien.

1. Ordnung: Testudinata, Schildkröten.

Die ältesten Spuren davon, Fährten und einen Oberschenkelknochen kennt man aus dem New red Sandstone.

Testudo, Landschildkröte, Emys, Süfswasserschildkröte, Trionyx, Weichschildkröte, Chelonia, See-Schildkröte.	Die fossilen Reste davon sind ziemlich selten, reichen aber vielleicht bis in den Muschelkalk hinab.

Als ausgestorbene Gattungen bestimmte man:
Colossochelys,
Erysternum u. s. w.

2. Ordnung: Saurier.

Die fossilen Ueberreste aus dieser Ordnung sind weit häufiger und für den Geognosten wichtiger als die der vorigen, sie beginnen im Zechstein und erreichen das Maximum ihrer Entwickelung in der Juragruppe. Man unterscheidet 5 Abtheilungen:

a) Pterosaurier, Flieg-Eidechsen.

Die einzige bekannte, aber ausgestorbene Gattung ist:
Pterodactylus, wovon man 8 Arten aus der Juraformation kennt.

b) Lacertier, Eidechsen.

Ansgestorbene Gattungen sind z. B.:
Protorosaurus. Im Kupferschiefer.
Rhynchosaurus. New red Sandstone.
Geosaurus. Juraformation.
Pleurosaurus. Juraformation.
Pholidosaurus. Waldformation.
Mososaurus. Kreideformation.
Iguanodon. Waldformation.
Megalosaurus. Juraformation.

c) Krokodiller.

Die wichtigsten ausgestorbenen Gattungen sind:
Mystriosaurus. 2 Arten im Lias.
Leptocranius. Juraformation.
Teleosaurus. Juraformation.
Aufserdem kommen Reste von
Crocodilus, dem Krokodil, (ausgestorbene Arten) in Molassegebilden vor.

d) Enaliosaurier.

Die wichtigsten der sämmtlich ausgestorbenen Gattungen sind:
Ichthyosaurus. Man kennt davon 6 Arten im Lias, von welchen auch fossile Excremente (Koprolithen) zugleich mit vorkommen.
Plesiosaurus. 2 Arten im Lias.
Nothosaurus. 6 Arten im Muschelkalk.
Simosaurus. 2 Arten im Muschelkalk.

e) Labyrinthodonten.

Die wichtigsten der sämmtlich ausgestorbenen Gattungen sind:
Capitosaurus. 2 Arten im Keuper.

Mastodonsaurus. 3 Arten im Muschelkalk und Keuper.
Trematosaurus. 2 Arten im bunten Sandsteine.

Aufserdem gehören die bekannten Fährten im bunten Sandsteine von Hefsberg, welche man anfangs einem Säugethier, dem Cheirotherium, zugeschrieben hat, vielleicht einem Saurier an, den Kaup nun

Chirosaurus genannt hat.

3. Ordnung: Ophidia, Schlangen.

Man hat einige deutliche Reste davon in sehr neuen Formationen gefunden, sie sind aber sämmtlich geognostisch unwichtig. Die sogenannten Ophiten aus dem Muschelkalk und Quadersandstein sind Zoophyten oder nur Absonderungen des Gesteins.

4. Ordnung: Batrachia, Lurche.

Nur bis in die Molassegruppe abwärts bekannt, z. B. Reste aus den Gattungen

Rana, Frosch,
Triton, Wassermolch u. s. w.

Die Erzählungen von lebenden, in Gestein eingeschlossenen Kröten werden meist auf Täuschungen beruhen.

IV. Klasse. Pisces, Fische.

Sie finden sich bis in die Grauwackengruppe hinab.

1. Ordnung: Cyclaïdes, Kreisschupper.

Sie treten erst in der Kreideformation auf, die wichtigsten hierzu gehörigen erloschenen Gattungen sind:

Carangopsis. 4 Arten im Monte Bolca.
Palimphyes. 3 Arten im Glariser Schiefer.
Enchodus. In der Kreide und im Pläner Zähne davon.
Anenchelum. 6 Arten im Glariser Schiefer.
Palaeorhynchum. 7 Arten im Glariser Schiefer.
Hypsodon. 2 Arten im Londonthon, eine in der Kreide.
Saurocephalus. 2 Arten in der Kreide.
Aspius. 2 Arten in der Molassegruppe.
Sphenolepis. 2 Arten in der Molassegruppe.
Istieus. 4 Arten in der Kreideformation.
Osmeroides. 4 Arten in der Kreideformation.

Auch kommen fossile Arten vor aus den zu dieser Ordnung gehörigen lebenden Gattungen:

Vomer, Spiegelfisch.
Cybium.
Sphyraena, Pfeilhecht.
Leuciscus, Weifsfisch (besonders L. papyraceus in der Braunkohle)

Esox, Hecht.
Osmerus, Stint u. s. w.

2. Ordnung: Ctenoides, Kammschupper.

Die wichtigsten ausgestorbenen Gattungen dieser ebenfalls in der Kreidegruppe beginnenden Ordnung sind:

Acanus. 4 Arten im Schiefer von Glaris.
Sparnodus. 6 Arten im Monte Bolca.
Pygaeus. 8 Arten im Monte Bolca.

Die lebenden Gattungen sind geognostisch ziemlich unwichtig mit Ausnahme von

Beryx ornatus, welche Art in der Kreidegruppe häufig vorkommt.

3. Ordnung: Ganoides, Glanzschupper.

Sie beginnen in der Steinkohlengruppe und reichen bis in die lebende Schöpfung. Die wichtigsten ausgestorbenen Gattungen sind:

Acanthodes. 2 Arten in der Steinkohlenformation.
Amblypterus. 4 Arten in der Steinkohlenformation, 1 im Muschelkalk.
Palaeoniscus. Von den vielen Arten der Zechsteinformation ist
P. Freieslebeni die wichtigste.
P. Vratislaviensis gehört dem Rothliegenden an.
Pterichthys. 8 Arten im Old red sandstone.
Cephalaspis. Im Old red sandstone.
Diplacanthus. 4 Arten im Old red sandstone.
Platysomus. 5 Arten in der Zechsteinformation.
Gyrolepis. 2 Arten im Muschelkalk.
Tetragonolepis. 21 Arten meist im Lias.
Semionotus. 6 Arten meist im Lias.
Lepidotus. 21 Arten vom Jura bis in die Molasse.
Pholidophorus. Viele Arten in der Juragruppe.
Diplopterus. In der Grauwacken- und Kohlengruppe.
Megalichthys. In der Grauwacken- und Kohlengruppe.
Pygopterus. In der Kohlen- nud Zechsteingruppe, am häufigsten
P. Humboldti im Kupferschiefer.
Acrolepis. In der Zechsteinformation.
Saurichthys. 2 Arten im Muschelkalk.
Eugnathus. In der Juragruppe.
Ptycholepis bollensis. Im Lias.
Caturus. 11 Arten in der Juraformation.
Thrissops. In der Juragruppe.
Leptolepis. Viele Arten in der Juraformation, besonders:
L. sprattiformis von Solenhofen.
Aspidorhynchus. In der Jura- und Kreidegruppe.
Megalurus. In der Juraformation.

Macropoma. Davon finden sich in der Kreideformation zehr schöne Koprolithen.
Holoptychius. In der Grauwacken- und Steinkohlengruppe mehre Arten.
Pycnodus. Von den 34 Arten finden sich besonders Zähne vom Keuper bis in die Molasse.
Microdon. 5 Arten in der Juraformation.
Sphaerodus. 2 Arten im Keuper, 3 im Jura, 3 in der Kreide, 5 in der Molasse und 4 aus unbestimmten Formationen.
Placodus. Der Triasgruppe angehörig.
Gyrodus. 19 Arten im Jura, 6 in der Kreide, 1 im Londonthon.

Die lebenden Gattungen dieser Ordnung, aus denen nur wenige fossile Arten bekannt sind, sind deshalb geognostisch unwichtig.

4. Ordnung: Placoides, Körnschupper.

In allen Formationen finden sich fossile Reste aus dieser Ordnung, aber meist nur einzelne Theile, daher die Kenntnifs der ausgestorbenen Gattungen sehr unvollständig. Man kennt z. B. Flossenstacheln (Ichthyodorulithen) unter den Namen:

Onchus. In der Grauwacken- und Kohlengruppe.
Gyracanthus. In der Steinkohlenformation.
Leptacanthus. In der Juragruppe.
Asteracanthus. In der Juraformation.
Myriacanthus. 3 Arten im Lias.
Ptychodus. In der Kreidegruppe.
Spinax. In der Kreidegruppe. U. s. w.

Ferner Zähne und andere Ueberreste unter den Namen:

Psammodus. 3 Arten im Kohlenkalk.
Cochliodus. 4 Arten im Kohlenkalk.
Strophodus. Von der Triasgruppe bis in die Kreide mehre Arten.
Ceratodus. Viele Arten in der Juragruppe.
Acrodus. Vom Zechstein bis in die Kreide, darunter besonders:
A. Gaillardoti im Muschelkalk.
Ptychodus. Mehre Arten bezeichnend für die Kreideformation.
Hybodus. Vom Muschelkalk bis in die Kreide, bezeichnend:
H. plicatilis für Muschelkalk.
Cladodus. 8 Arten im Kohlenkalkstein.
Corax. In der Kreide- und Molassegruppe.
Otodus. Besonders in der Kreide-, doch auch in der Molassegruppe.
Oxyrhina. 1 Art im Jura, 3 in der Kreidegruppe, 11 in der Molasse.
Lamna. 2 Arten im Jura, 6 in der Kreide, mehre noch lebend im Meere.

Auch einzelne Wirbel von Fischen werden gefunden.

B. Arthrozoa, Gliederthiere.

V. Klasse. Insecta, Insecten.

Die ältesten Spuren von Insecten kennt man in der Steinkohlen-

formation, die meisten und deutlichsten in der Molassegruppe, besonders im Bernstein. Die Schwierigkeit ihrer Bestimmung macht sie meist geognostisch unwichtig.

1. Ordnung: Coleoptera, Käfer.

Unsichere Spuren von Curculionen in der Steinkohlenformation, viele deutliche Käfer im Bernstein und im Süfswasserkalk.

2. Ordnung: Hymenoptera, Aderflügler.

Unwichtige Spuren bis in die Juraformation hinab.

3. Ordnung: Lepidoptera, Schmetterlinge.

Ebenso.

4. Ordnung: Diptera, Zweiflügler.

Ebenso.

5. Ordnung: Neuroptera, Netzflügler.

Schöne Libellen im Juraschiefer von Solenhofen und Blattarien bis in die Steinkohlenformation hinab, sonst unwichtig.

6. Ordnung: Hemiptera, Halbflügler.

Unwichtig.

VI. Klasse. Arachnoidea, Spinnenthiere.

1. Ordnung: Arachnidae, Spinnen.

Da die meisten dieser Thiere weich sind, so findet man selten fossile Ueberreste von ihnen. Im Jahre 1834 wurde durch Graf Sternberg ein Skorpion in der Steinkohlenformation entdeckt und unter dem Namen

Cyclophthalmus bekannt gemacht. Aufserdem findet man Spinnen im Bernstein.

2. Ordnung: Myriapoda, Tausendfüfsler.

Ebenfalls selten fossil und geognostisch unwichtig.

VII. Klasse. Crustacea, Krebse.

1. Ordnung: Arthrostraca.

Geognostisch unwichtig.

2. Ordnung: Thoracostraca.

a) Stomatopoda, Maulfüfser.

Bostrychopus, aus welcher ausgestorbenen Gattung nur die Art: B. antiquus in der Grauwackengruppe bekannt ist.

b) Decapoda, Zehnfüfser.

Ausgestorbene Gattungen sind z. B.

Aeger. Mehre Arten im Jura.
Udora. 4 Arten im Solenhofener Jura.
Kölga. 8 Arten ebendaselbst.
Antrimpos. 9 Arten im Jura.
Megachirus. Mehre Arten im Jura.
Eryon. Viele Arten im Jura.
Glyphea. 9 Arten im Jura.
Klytia. Mehre Arten in der Jura- und Kreidegruppe, darunter besonders:
K. Leachii in der Kreidegruppe.
Orphnea. 5 Arten im Jura.
Pemphix. 2 Arten im Muschelkalk, besonders
P. Suerii.
Prosopon. Mehre Arten in der Jura- und Kreidegruppe.

Auch finden sich fossile Arten aus folgenden lebenden Gattungen:
Pagurus, Eremitenkrebs, in der Kreide,
Portunus, Ruderkrebs, in der Molasse,
Cancer in der Molasse,
Gonoplax u. s. w.

3. Ordnung: Aspidostraca, Schalenkrebse.

a) Poecilopoda, Stachelfüſser.

Limulus. Aus dieser lebenden Gattung finden sich fossile Arten in der Juraformation.

b) Phyllopoda, Blattfüſser.

Hierzu gehören die wichtigen Paläaden Burmeister's, welche derselbe wieder in folgende ganz ausgestorbene, fast nur der Grauwackengruppe angehörige Familien eingetheilt hat.

1. Fam. Eurypteridae.

Eurypterus.

2. Fam. Cytherinidae.

Cytherina.

3. Fam. Trilobitae, Trilobiten.

Calymene. Die wichtigste der 4 Arten ist:
C. Blumenbachii in der mittlen Grauwacke.
Homalonotus. Die wichtigste der 5 Arten ist:
H. Knightii. In mittlerer und oberer Grauwacke.
Cyphaspis. Grauwacke.
Phacops. Von den 14 Arten sind besonders wichtig:
P. latifrons. In mittlerer und oberer Grauwacke.
P. Hausmanni. In mittlerer und oberer Grauwacke.
P. caudatus. In mittlerer Grauwacke.
P. mucronatus. In mittlerer Grauwacke.

Aeonia. Vielleicht bis in die Steinkohlengruppe reichend.
Illaenus, z. B.
I. crassicauda. In mittlerer und oberer Grauwacke.
Archegonus. 3 Arten in der Grauwacken- und Kohlengruppe.
Asaphus. Von den 7 Arten besonders
A. expansus in der mittleren und oberen Grauwacke.
Ampyx. 3 Arten in der Grauwacke.
Trinucleus. Von 5 Arten besonders
T. Cataracti, häufig in der Grauwacke.
Ogygia. In der Grauwacke 2 Arten.
Odontopleura. 2 Arten in der Grauwacke.
Arges. Obere Grauwacke, 1 Art.
Bronteus, besonders
B. flabellifer und
B. signatus in mittlerer und oberer Grauwacke.
Paradoxides, besonders
P. bohemicus und
P. spinulosus. In mittlerer Grauwacke.
Olneus. 3 Arten in der Grauwacke.
Conocephalus. In mittlerer Grauwacke.
Harpes. In oberer Grauwacke.

c) Lophyropoda.

Cypris, eine lebende Gattung, von welcher viele Arten fossil vorkommen, die wichtigsten sind:
C. Valdensis. In der Waldformation.
C. Faba. Häufig in Mergeln der Molassegruppe.

4. Ordnung: Prothesmia, Haftkrebse.

Aus dieser Ordnung sind bis jetzt nur Cirripeden (Rankenfüſser) fossil bekannt.

Pollicipes. Aus dieser lebenden Gattung kommen mehre fossile Arten in der Kreide und in Molassegebilden vor.
Balanus, Seeeichel. Es sind nur wenige fossile Exemplare sicher bekannt.

VIII. Klasse, Vermes, Würmer.

Nur aus der Ordnung der Annuladen (Anneliden) sind fossile Würmer bekannt, und zwar besonders aus der noch lebenden Gattung:

Serpula, Wurmröhre, besonders die ausgestorbenen Arten:
S. gordialis. In der Jura- und Kreidegruppe.
S. valvata. Im Muschelkalk.
S. septemsulcata. In der Kreidegruppe.

C. Gastrozoa, Bauch- oder Schleimthiere.

Nur die steinartigen Gehäuse oder Schalen der damit versehenen finden sich in der Regel fossil.

IX. Klasse. Mollusca, Weichthiere.

Diese Klasse, von deren Thieren sich viele oft sehr vollständige und leicht bestimmbare Schalen in allen Formationen finden, ist für die geognostische Altersbestimmung besonders wichtig. Mit Ausnahme der wenigen, bei denen es bemerkt ist, leben sie alle im Meere.

1. Ordnung: Cephalopoda, Kopffüfsler.

1. Fam. Octopoda, Achtfüfsler.

Angonauta, Papiernautilus. Selten fossil.

Bellerophon. Eine ausgestorbene Gattung, von welcher viele Arten in der Grauwacken- und Kohlengruppe bekannt sind.

2. Fam. Teuthidae.

Loligo. In der Juraformation bekannt und noch lebend.

Acanthoteuthis. Eine ausgestorbene Gattung der Juraformation.

Die übrigen Gattungen dieser Familie sind geognostisch unwichtig.

3. Fam. Sepiadae.

Aus der lebenden Gattung

Sepia werden selten fossile Arten im Jura gefunden, häufiger aus den ausgestorbenen Gattungen:

Belosepia, in der Molassegruppe, und

Beloptera in derselben Gruppe.

4. Fam. Belemnitidae, Belemniten.

Sie gehören nur der Jura- und Kreidegruppe an. Die wichtigsten Arten der Gattung

Belemnites sind:

B. mucronatus. In der weifsen Kreide.

B. minimus. In der Quadersandstein-Neocomien-Formation.

B. canaliculatus. Juraformation.

B. hastatus. Juraformation.

B. giganteus. Juraformation.

B. paxillosus. Liasformation.

B. pistilliformis. Liasformation.

B. digitalis. Liasformation.

5. Fam. Spirulidae.

Selten und nur in neuen Schichten fossil.

6. Fam. Nautilidae.

Diese ganze Familie ist ausgestorben bis auf die einzige Art Nautilus Pompilius, findet sich aber durch alle Formationen.

Orthoceratitis. Sie reichen selten über die Grauwacke hinauf, nur

ganz vereinzelt bis in den Zechstein, die Arten oft schwierig zu bestimmen, aber die ganze Gattung sehr wichtig und bezeichnend für die Grauwacke, besonders für die untere und mittlere.

Lituites. Nur der Grauwackengruppe angehörig.

Nautilus, Schiffsboot. Die wichtigsten Arten sind:

N. imperfectus. Kohlengruppe.

N. bidorsatus. Muschelkalk. Dazu vermuthlich ein Theil der Rhyncholithen gehörig.

N. aratus. Liasformation.

N. simplex. Kreidegruppe.

N. elegans. Kreidegruppe.

N. aganiticus. Juraformation.

Eine Unterabtheilung der Gattung Nautilus bilden die Clymenien, welche auf die obere Grauwackenformation beschränkt sind.

7. Fam. Ammonitidae, Ammonshörner.

Diese Familie ist vollständig ausgestorben, für den Geognosten aber ganz besonders wichtig.

Ammonites. Diese Gattung ist wieder in 3 Abtheilungen gebracht worden, deren Unterscheidung auch geognostisch bedeutsam ist:

a) Goniatites. Sie gehören fast ganz der Grauwacke an und reichen nur bis zur Steinkohlenformation aufwärts.

b) Ceratites, nur die Art C. nodosus, dem Muschelkalk angehörig, ist wichtig.

c) Ammonites im engeren Sinne. Diese hat v. Buch wieder in folgende Abtheilungen gebracht:

1. Arietes, Widderhörner. Sie kommen nur im Lias vor, die wichtigsten Arten sind:

A. Bucklandi und

A. Brooki.

2. Falciferi, Sicheltragende. Juragruppe.

A. depressus. Liasformation.

A. opalinus. Juraformation.

A. radians. Liasformation.

A. serpentinus. Juragruppe.

A. hecticus. Juraformation. U. s. w.

3. Amalthei. Nur in der Juragruppe.

A. amaltheus. Liasformation.

A. costatus. Liasformation.

A. cordatus. Juraformation. U. s. w.

4. Capricorni. Juragruppe.

A. capricornus. Liasformation. U. s. w.

5. Planulati. Juragruppe.

A. polyplocus. Juraformation.

A. Parkinsonii. Juraformation. U. s. w.

6. Dorsati.

A. Davoei. Liasformation. U. s. w.

7. Coronarii. Nur in der Juraformation.

A. coronatus.

A. Humphresianus. U. s. w.

8. Macrocephali. Jura- und Kreidegruppe.

A. macrocephalus. Juraformation.

A. peramplus. Kreidegruppe. U. s. w.

9. Armati. Jura- und Kreidegruppe.

A. Rhotomagensis. Kreidegruppe.

A. Mantellii. Kreidegruppe. U. s. w.

10. Dentati und Ornati. Jura- und Kreidegruppe.

A. ornatus. Juraformation.

A. varians. Kreidegruppe. U. s. w.

11. Flexuosi. Jura- und Kreidegruppe.

A. flexuosus. Juraformation. U. s. w.

Hamites. Nur in der Kreidegruppe, zerfällt in die Untergattungen:

Scaphites, Kahnammonit.

Crioceras, Spiralammonit.

Toxoceras, Bogenammonit.

Ancyloceras, Krummammonit.

Hamites, Hakenammonit, im engeren Sinne und

Turrilites, Thurmammonit.

Baculites, Stabammonit. Nur in der Kreidegruppe.

Anhangsweise werden zu den Cephalopoden gerechnet:

Aptychus, in der Jura- und Kreidegruppe, und

Graptolithus, auf die Grauwackengruppe beschränkt.

2. Ordnung: Gastropoda, Bauchfüfsler, Schnecken.

Aus dieser Ordnung kommen die Nucleobranchiaten kaum, die Nudibranchiaten gar nicht fossil vor, und von den Tectibranchiaten sind fast nur aus der Gattung

Bulla fossile Arten in der Molassegruppe bekannt.

Plumobranchiaten kommen nur in den neuesten Formationen vor, es gehören dazu die noch lebenden Gattungen:

Helix
Limneus
Planorbis u. s. w.
} Land- und Süfswasserschnecken.

Wichtiger ist die Abtheilung der Pectinibranchiaten mit folgenden Familien:

1. Fam. Cyclostomidae.

Nur in Molassegebilden fossile Arten aus den lebenden Gattungen:

Helicina, und

Cyclostoma, und aus der ausgestorbenen: Strophostoma.

2. Fam. Ampullaridae.

Selten und nur in den neuesten Schichten fossil.

3. Fam. Paludinidae.

Die lebenden Gattungen:

Paludina, Melania, Melanopsis, Turritella und Scalaria. — Liefern viele, aber nicht immer scharf bestimmbare fossile Arten in sehr vielen Meeresformationen.

4. Fam. Pyramidellidae.

Eulima, Niso, Pyramidella. — lebende Gattungen, von denen fossile Arten in vielen Meeresformationen vorkommen.

Nerinea. Arten vom Jura bis in die Molasse.

5. Fam. Actenoidae.

Actaeonella. Nur in der Kreidegruppe.

Volvaria, Actaeon, Ringicula. — Fossile Arten dieser lebenden Gattungen von der Juraformation aufwärts.

6. Fam. Naticidae.

Natica, Narica. — Lebende und fossile Arten, letztere bis in die Grauwacke hinab.

7. Fam. Neritidae.

Nerita, Neritopsis. — Lebend und fossil.

8. Fam. Trochidae.

Trochus, Phorus, Rotella, Delphinula. — Die schwierig zu bestimmenden Steinkerne einiger Arten dieser lebenden Gattungen reichen bis in die Grauwacke hinab.

Euomphalus. Von der Grauwacke bis in die Kreide.

Solarium, Orbis. — Lebend uud bis in die Kreide.

9. Fam. Haliotidae.

Pleurotomaria. Von der Grauwacke bis in die Molassegruppe.

Catantostoma. Grauwacke.

Murchisonia. Grauwacke und Kohlengruppe.

Porcellia. Nur in oberer Grauwacke.

Ditremaria. Jura- und Kreidegruppe.

Cirrus. Kohlenkalk bis Jura.

Haliotis. In der Molassegruppe und lebend.

10. Fam. Janthinidae.

Noch nicht fossil bekannt.

11. Fam. Cypraeadae.

Cypraea und Marginella. } Fossile Arten dieser lebenden Gattungen im Grobkalk.

12. Fam. Olividae.

Oliva, Ancillaria, Terebellum. } Fossile Arten in der Molassegruppe.

13. Fam. Strombidae.

Rostellaria. Die fossilen Arten dieser lebenden Gattung beginnen im Lias.

Strombus. Die Arten reichen aus dem Jura in die Jetztwelt.

Pterodonta. Eine ausgestorbene, nur in der Kreidegruppe bekannte Gattung.

Conus. Von der Juraformation bis in die Jetztwelt.

14. Fam. Volutidae.

Voluta, Arten in der Kreide beginnend und lebend.

Mitra. Desgl.

Cancellaria. In der Molassegruppe beginnend.

15. Fam. Muricidae.

Murex. Molassegruppe und lebend.

16. Fam. Fusidae.

Fusus. Arten vom Kohlenkalkstein bis in die Jetztwelt.

Pyrula. Arten vom Quadersandstein bis in die Jetztwelt.

Pleurotoma. Einige Arten in der Kreide, 65 im Grobkalk, viele lebend.

Fasciolaria. In der Molasse und lebend.

17. Fam. Cassidae.

Cassis. In der Molasse und lebend.

Cassidaria. Desgl.

18. Fam. Buccinidae.

Columbella. In der Molasse und lebend.

Columbellina. Nur in der Kreidegruppe.

Buccinum. Arten dieser lebenden Gattung kommen schon in der Grauwacke und in mehren anderen Formationen vor.

Macrocheilus Nur in der Grauwacke und im Kohlenkalkstein.

Terebra. In der Molasse und lebend.

Cerithium. Man kennt von dieser wichtigen Gattung schon 300 fossile und 140 lebende Arten. Sie beginnen im Jura und sind am häufigsten in der Molassegruppe. Besonders wichtig sind:

Cerithium lignitarum. In der Molassegruppe.

— cinctum. Desgl.

— margaritaceum. Desgl.

19. Fam. Vermetidae.

Vermetus. In der Molassegruppe und lebend.

Siliquaria. Desgl.

20. Fam. Crepidulidae.

Crepulus. Arten in der Grauwacke beginnend und noch lebend.

Calyptraea. Arten in der Kreide beginnend und noch lebend.

21. Fam. Fissurellidae.

Fissurella. Arten in der Kreide beginnend und noch lebend.

Rimularia. Im Jura beginnend und noch lebend.

Emarginula. Desgl.

Patella. In allen Meeresformationen und lebend, die fossilen Arten oft schwer bestimmbar.

22. Fam. Chitonidae.

Chiton. Selten fossil, vielleicht aber schon im Kohlenkalkstein, auch gehören hierzu nach Geinitz die von mir den Thierfährten verglichenen Reliefs im bunten Sandstein von Pölzig.

23. Fam. Dentalidae.

Dentalium. Einzelne Arten in allen Meeresformationen, am häufigsten lebend.

3. Ordnung: Conchiferae, Muscheln.

Nur im Wasser lebend, für den Geognosten sehr wichtig, weil häufig und oft leicht bestimmbar.

Orthoconchae.

1. Fam. Clavagellidae.

Clavagella. Arten in der Kreide beginnend und noch lebend.

Gastrochaena. Desgl.

2. Fam. Pholadidae.

Teredo. Arten im Jura beginnend und noch lebend.

Pholas. Desgl.

3. Fam. Myacidae.

Solen. Einzelne Arten schon in der Grauwacke, viele lebend.

Panopaea. Im Muschelkalk beginnend, in der Jura- und Kreidegruppe am häufigsten, auch lebend. Für die Molassegruppe ist besonders

Panopaea Faugasii bezeichnend.

Pholadomya. Am häufigsten in der Juragruppe, nur einzelne Arten bis in die Grauwackengruppe und noch lebend. Besonders häufig sind:

Pholadomya ambigua, im Lias.
— Murchisoni, im Jura, und
— designata, in der Kreidegruppe.

Mya. Arten nur in sehr neuen Schichten und lebend.

Lutraria. Wie Mya.

Mactra. Von der Juragruppe bis in die Jetztwelt.

4. Fam. Anatinidae.

Anatina. Von der Juragruppe bis in die Jetztwelt.

Lyonsia und Thracia. Sehr ähnliche Gattungen, deren Arten in der Kreide beginnen.

5. Fam. Tellinidae.

Tellina. Die Arten mehren sich vom Jura aufwärts bis in die lebende Schöpfung.

Psammobia. Vom Quadersandstein bis in die Jetztwelt.

Donax. Vielleicht bis in die Kreidegruppe hinab reichend.

6. Fam. Corbulidae.

Corbula. Beginnt im Zechstein mit

Corbula Schlotheimii und reicht vereinzelt bis in die lebende Schöpfung.

7. Fam. Petricolidae.

Petricola. In der Jura- und Molassegruppe und lebend.

Saxicava. In der Molassegruppe und lebend.

8. Fam. Cytheridae.

Venus. Die Arten beginnen im Muschelkalk und nehmen bis zur lebenden Schöpfung zu. Wichtig sind:

Venus nuda, im Muschelkalk,
— faba, in der Kreidegruppe,
— ovalis, desgl., und
— Chione, in der Molassegruppe.

Thetis. Eine ausgestorbene Gattung, von welcher 2 Arten im Grünsand bekannt sind.

Grateloupia. Ausgestorbene Gattung mit einer Art in der Molassegruppe.

Anhang.

Lembulus. Arten in der Jura- und der Kreidegruppe und lebend, z. B.

Lembulus productus im Pläner.

Protocardia. Die wichtigste Art dieser ausgestorbenen Gattung ist:

Protocardia Hillana (Cardium Hillanum) im Quadersandstein.

Integropalliatae.

1. Fam. Cardidae.

Cardium. Von der Kreidegruppe bis in die lebende Schöpfung, z. B.

Cardium Neptuni, im Quadersandstein,
— alutaceum, im Pläner,
— dubium, im Pläner, und
— porulosum, in der Molassegruppe.

Conocardium. Nur in der Grauwacken und Kohlengruppe. Z. B.

Conocardium alaeforme in der oberen Grauwacke.

Isocardia. Einige Arten in der Grauwackengruppe, mehre im Jura, die meisten lebend.

Cardiomorpha. Nur im Kohlenkalkstein bekannt.

2. Fam. Astartidae.

Opis. Nur in der Jura- und Kreidegruppe bekannt.

Astarte. Eine Art im Kohlenkalkstein, mehre von der Juragruppe aufwärts bis in die lebende Schöpfung, z. B.
Astarte Voltzii im Lias.

Crassatella. Von der Kreidegruppe bis in die Jetztwelt, z. B.
Crassatella tumida in der Molassegruppe.

Megalodon. Nur in der Grauwackengruppe, z. B.
Megalodon cucullatus in der oberen Grauwacke.

Thalassites. Eine etwas zweifelhafte ausgestorbene Gattung der Juragruppe.

Cardinia. Desgl. in der Steinkohlengruppe.

3. Fam. Carditidae.

Cardita. In der Steinkohlenformation beginnend und noch im Meere lebend. Wichtig sind:
Cardita Murchisoni im Zechstein,
— tenuicosta in der Kreidegruppe und
— scalaris in der Molassegruppe.

Cyprina. Arten in der Kreideformation beginnend und noch im Meere lebend.

4. Fam. Cyclasidae.

Cyrena. Süfswassermuschel, deren Arten in der Waldformation beginnen.

Cyclas. Im Wealden und lebend.

5. Fam. Lucinidae.

Corbis. Vom Jura bis in die lebende Schöpfung.

Lucina. Einige Arten schon in der Grauwackengruppe, andere im jetzigen Meere.

6. Fam. Unionidae.

Unio. Süfswassermuscheln, deren Arten wahrscheinlich erst im Wealden beginnen, während viele in unseren Flüssen leben.

7. Fam. Trigonidae.

Trigonia. Die Gattung beginnt wahrscheinlich im Kohlenkalk und lebt noch im Meere. Wichtige Arten sind:
Trigonia vulgaris, im Muschelkalk,
— Goldfufsii, zwischen Muschelkalk und buntem Sandstein,
— navis, in der Juragruppe,
— costata, in der Juraformation und
— aliformis, in der Kreidegruppe.

8. Fam. Nuculidae.

Nucula. Arten in allen Meeresformationen und noch lebend.

Pectunculina. Nur in der Kreidegruppe und in unteren Molassegliedern bekannt.

9. Fam. Arcacidae.

Pectunculus. Von der Juraformation bis in die lebende Schöpfung im Meere. Besonders wichtig ist:

Pectunculus polyodonta (pulvinatus) in der Molassegruppe.

Arca. Arten in allen Meeresformationen und noch lebend.

10. Fam. Mytilidae.

Pinna. 1 Art schon im Kohlenkalkstein, eine im Zechstein, viele vom Lias aufwärts bis lebend.

Congeria. In der Molassegruppe und lebend.

Myoconcha, eine ausgestorbene Gattung, nur in der Juraformation.

Mytilus. Einzelne Arten schon in den ältesten Formationen, ihre Zahl nimmt zu, die meisten leben noch.

Myalina. Nur im Kohlenkalkstein bekannt.

Lithodomus. Vom Jurakalk bis in die lebende Schöpfung.

Pleuroconchae.

1. Fam. Aviculidae.

Avicula, in der Kohlenformation beginnend und noch lebend, besonders wichtig

Avicula socialis im Muschelkalk.

Pterinea. Nur in der Grauwacke und im Kohlenkalkstein.

Gervillia. Besonders im Jura und in der Kreide, nicht lebend.

Perna. Im Muschelkalk beginnend und noch lebend.

Inoceramus. Diese erloschene Gattung ist besonders bezeichnend für die Kreidegruppe, in welcher viele Arten vorkommen, einige kennt man schon in der Grauwacke.

Posidonomya. Von dieser ausgestorbenen Gattung kommen die meisten Arten im Keuper und Lias vor. Doch ist P. Becheri für die obere Grauwacke bezeichnend.

2. Fam. Pectinidae.

Pecten, eine sehr artenreiche, noch lebende Gattung. Wichtig sind z. B.:

Pecten discites im Muschelkalk,
— textorius, im Jura, und
— quadricostatus, in der Kreidegruppe.

Lima. Wichtige Arten dieser noch lebenden Gattung sind z. B.:

Lima striata im Muschelkalk und
— Hoperi in der Kreidegruppe.

Limea, eine ausgestorbene Gattung, selten im Jura.

3. Fam. Spondylidae.

Spondylus, lebende Gattung. Von den fossilen im Muschelkalk beginnenden Arten sehr wichtig:

Spondylus spinosus im Pläner.

Plicatula, im Muschelkalke beginnend, und

Hinnites, sehr neu.

4. Fam. Ostracidae.

Ostrea (incl. Exogyra und Gryphaea). Eine durch alle Meeresformationen verbreitete Gattung. Wichtige Arten sind:

Ostrea (Gryphaea) cymbium und arcuata, im Lias,

— Marshii, dilatata und gregaria, im Jura,

— (Exogyra)Columba und Ostrea carinata, in der Kreidegruppe.

Anomia. Im Jura beginnend und noch lebend.

5. Fam. Chamacidae.

Chama. In der Molasse beginnend und lebend.

Diceras. Diese ausgestorbene Gattung ist besonders häufig in gewissen Gliedern der Juraformation und der Kreidegruppe.

Anhang. Rudistae.

Hippurites (Sphaerulites). Von dieser ganz ausgestorbenen Gattung glauben Einige, dafs sie zu den Korallen gehöre. Sie ist ganz auf die Kreidegruppe beschränkt und deshalb für diese sehr bezeichnend.

Caprina. Nur in der Kreidegruppe.

4. Ordnung. Brachiopoda, Armfüfser.

Diese Ordnung ist für den Geognosten ganz besonders wichtig, sie reicht mit grofser Mannichfaltigkeit der Formen durch alle Meeresformationen hindurch; einige Gattungen sind auf die ältesten beschränkt, andere in den mittleren am häufigsten; nur Crania, Lingula, Orbicula und Terebratula sind durch einzelne noch lebende Arten vertreten, die übrigen ausgestorben.

Calceola, nur in der Grauwackengruppe; am häufigsten:

Calceola sandalina, in der oberen Grauwacke.

Thecidea und

Crania am häufigsten in der Kreidegruppe, doch bis in die Grauwacke.

Obolus, eine etwas zweifelhafte Gattung der mittleren Grauwacke.

Lingula, beginnt in der Triasgruppe oder noch früher.

Orbicula, beginnt in der Grauwacke.

Terebratula, die artenreichste der Brachiopodengattungen, reicht von der Grauwacke bis in's jetzige Meer. Wichtige Arten sind, nach v. Buch geordnet:

A. Plicatae, I. Plicosae, a. Pugnaceae.

Terebratula acuminata, in der oberen Grauwacke und im Kohlenkalkstein.

— Schlotheimii, im Zechstein.

b. Concinneae.

Terebratula lacunosa, in der Juraformation.

— plicatilis, in der Kreidegruppe.

II. Dichotomae.

— prisca, in der mittleren und oberen Grauwacke.

B. Non Plicatae. Costatae. III. Loricatae.

— pectunculoides, im Jurakalk.

IV. Cinctae.

— numismalis, im mittleren Jura.

V. Laeves. a. Jugatae.

— vulgaris, im Muschelkalk.

— carnea, in der Kreidegruppe.

b. Carinatae.

— biplicata, in der Jura- und Kreidegruppe.

Delthyris (Spirifer und Orthis). Diese Gattung reicht aus der Grauwacke bis in den Jura hinauf. Wichtige Arten sind:

Delthyris ostiolata } in der Grauwackengruppe.
— striatula }

— undulata im Zechstein und

— fragilis im Muschelkalk.

Choretes, nicht sehr wichtig.

Productus (Leptaena, Strophomena), sehr verbreitet in der oberen Grauwacke, im Kohlenkalkstein und im Zechstein, kaum tiefer und höher reichend. Wichtig sind:

Productus depressus in der mittleren Grauwacke.
— hemisphaericus }
— Martini } im Kohlenkalkstein.
— punctatus }
— horridus im Zechstein.

X. *Klasse. Radiata, Strahlthiere.*

1. Ordnung: Holothurioidea.

Die in diese Ordnung zu rechnende ausgestorbene Gattung Dactylopora ist etwas problematisch.

2. Ordnung: Echinodermata.

1. Fam. Echinoidea, Seeigel.

Goldfufs hat dieselben sehr bequem nach der Lage und Form der Mundöffnung und des Afters in 8 Gattungen gesondert, die Agassiz als künstlich verwirft. Wir fügen die Gattungen des Letzteren als Synonyme in Klammern bei. Die ganze Familie findet das Maximum ihrer Entwickelung in der Kreidegruppe.

Cidaris und

Echinus vom Jura oder vielleicht vom Zechstein bis in das Meer reichend

(zerfällt Agassiz in Diadema, Tetragramma, Acrocidaris, Pedina, Acrosalenia, Hemicidaris, Cidaris, Echinus, Salenia, Goniopygus, Arbacia und Glypticus). Mund und After liegen oben und unten einander gegenüber.

Galerites (Galerites und Discoidea). Mund unten in der Mitte, After daselbst nahe am Rande. Eine ausgestorbene, von der Jura- bis in die Molassegruppe reichende Gattung. Wichtige Arten sind:

Galerites albogalerus und
— subuculus, in der Kreidegruppe.

Clypeaster (Echinoneus, Conocyclus und Pygurus), Mund und After unten. Ausgestorben, von der Juragruppe bis in die Molasse sind Arten bekannt, z. B.

Clypeaster grandiflorus, in der Molasse.

Echinoncus (Fibularia). Mund in der Mitte, After zwischen Mund und Rand. In der Kreidegruppe beginnende und noch lebende Gattung.

Nucleolites (Pygaster, Cassidulus, Hyboclypus, Clypeus, Nucleolites, Pygorrhynchus und Catopygus). Mund unten in der Mitte, After etwas über dem Rande. Von der Juragruppe bis ins Meer. Wichtige Arten sind:

Nucleolites	clunicularis	Juraformation.
—	sinuatus	
—	lapis canceri	Kreidegruppe.
—	carinatus	

Ananchytes (Ananchytes und z. Th. die Synonyme der folgenden Gattung). After im Rand, Mund unten, nahe am entgegengesetzten Rande, beide länglich. Auf die Kreidegruppe beschränkt.

Spatangus (Ananchytes, Disaster, Holaster, Micraster und Spatangus). Mund unten, dem vorderen Rande genähert, After gegenüber in einer Applattung des Randes. Ueber 30 ausgestorbene und 15 lebende Arten, von der Juraformation an, z. B.

Spatangus carinatus. In der Juraformation.
— cor anguinum. In der Kreidegruppe.

2. Fam. Asteroidea, Seesterne.

Asterias	Beide noch lebende Gattuugen sind geognostisch nicht wichtig.
Ophiura	

3. Fam. Crinoidea, Haarsterne.

Diese interessante Familie ist beinahe ganz ausgestorben, während ihre Gattungen in vielen älteren Meeresformationen ungemein häufig auftreten. Sie zerfallen in:

A. Articulatae.

a) gestielte Articulaten.

Encrinus. Nur eine auf den Muschelkalk beschränkte, in diesem aber sehr häufige Art ist bekannt, das ist:

Encrinus liliiformis.
Apiocrinus, 9 Arten in der Juragruppe, eine in der Kreide.
Pentacrinus, 1 Art im Zechstein, 13 in der Juragruppe.
Isocrinus in der Juragruppe.
Ctenocrinus und
Glenotremites, etwas zweifelhafte nur in der Kreidegruppe bekannte Gattungen.

b) ungestielte Articulaten.

Solacrinus, nur 3 Arten in der Juragruppe bekannt.
Alecto (Comatula), 4 Arten in der Juragruppe, 10 noch im Meere lebend.

B. Costata.

Saccocoma.

C. Tesselata.

(Diese ganze Abtheilung ist ausgestorben.)

a) gestielte Tesselaten mit Armen.

(Sie reichen nur von der Grauwacke bis in den Zechstein.)
Platycrinus, nur in der Grauwackengruppe und im Kohlenkalkstein.
Cyathocrinus, von der Grauwackengruppe bis zum Zechstein.
Poterocrinus, nur 2 Arten im Kohlenkalkstein.
Actinocrinus, 10 Arten im Kohlenkalkstein.
Scyphocrinus, eine problematische Gattung der mittleren Grauwacke.
Dimerocrinus.
Carpocrinus.
Rhodocrinus, in der Grauwackengruppe und im Kohlenkalkstein heimisch.
Gilbertsocrinus.
Melocrinus, in der Grauwackengruppe und im Kohlenkalkstein.
Encalyptocrinus, in der Grauwackengruppe.
Cupressocrinus, 3 Arten in der oberen Grauwacke.
Caryocrinus, 2 Arten im Kohlenkalkstein.

b) gestielte Tesselaten ohne Arme.

α. Cystideen.

(Auch diese existiren gar nicht mehr lebend.)
Sphaeronites, in der Grauwackengruppe.
Caryocystites, Hemicosmites, Sycocystites, Cryptocrinus, Pseudocrinus. } Alle nur in der Grauwackengruppe bekannt.

β. Blastoideen.

Pentremites, 4 Arten im Kohlenkalkstein.

c) ungestielte Tesselaten mit Armen.

Marsupites, nur in der Kreide bekannt.

Anhang.

Dichocrinus, Plicatocrinus, Triacrinus } ebenfalls ausgestorbene Gattungen.

XII. Klasse. *Polyparia*, *Korallenthiere*.

A. Anthozoa, Blumenthiere.

1. Ordnung: Zoocorallia, Thierkorallen.

a. Polyactinia.

1. Fam. Zoanthina.

Siphonia, s. im Anhange.

2. Fam. Fungina.

Fungia, Arten davon in allen meerischen Formationen und noch lebend in tropischen Meeren.

Turbinolia, von der Kreide bis ins Meer, die meisten Arten in der Molassegruppe.

Ecmesus, eine ausgestorbene Gattung.

Phyllodes, desgl.,

Trochopsis desgl., und

Diploctenium, wovon nur in der Kreide ein paar Arten bekannt sind.

b. Octactinia.

3. Fam. Tubiporina.

Harmodites, mit etwa 6 Arten von der Grauwacke bis in den Kohlenkalkstein.

2. Ordnung: Phytocorallia, Pflanzenkorallen.

a. Polyactinia.

1. Fam. Ocellina.

Cyathina, in neuen Formationen und lebend.

Oculina.

Explanaria, in der Juraformation und lebend.

Cladocora, in neuen Formationen und lebend.

Columnaria, wahrscheinlich nur in der Grauwacke.

Cyathophyllum, gegen 30 Arten in der Grauwackengruppe und im Bergkalk, einige im Jura.

Favosites.

Anthophyllum.

Stylina, eine zweifelhafte Gattung.

2. Fam. Daedalina.

α. Astraeina.

Caryophyllia, von der Juraformation bis in die lebende Schöpfung viele Arten.

Favia. Desgl.

Astraea, über 50 ausgestorbene Arten, die meisten in der Juraformation, sehr viele Arten lebend als Hauptbestandtheile der Korallenriffe.

β. Maeandrina.

Maeandra, Pavonia, Agaricia } von der Juraformation bis in die lebende Schöpfung.

b. Dodecactinia.

3. Fam. Madreporina.

Madrepora, von der Grauwackengruppe an bis in die lebende Schöpfung.

Halysites, nur in der Grauwackengruppe bekannt, für diese sehr bezeichnend.

Pleurodictyum, nur 1 Art in der Grauwackengruppe bekannt.

4. Fam. Milleporina.

Calamopora, eine ausgestorbene, aus der Grauwacke bis in den Zechstein reichende Gattung. Wichtig ist:

Calamopora polymorpha in der oberen Grauwacke.

Millopora, von der Juragruppe bis in die lebende Schöpfung, Riffe bildend.

Pocillopora.

c. Octactinia.

5. Fam. Isidea.

Corallium.

Isis, in ganz neuen Schichten und lebend.

6. Fam. Ceratocoralli.

Gorgonia, aus der Grauwacke bis in den Zechstein reichend, besonders häufig:

Gorgonia infundibuliformis im Zechstein.

B. Bryozoa, Mooskorallen.

1. Ordnung: Thallopodia, Keimkorallen.

1. Fam. Escharina.

Eschara, von der Juragruppe bis in die lebende Schöpfung.

2. Fam. Celleporina.

Cellepora, viele Arten fast in allen Meeresformationen und lebend

Flustra, Verbreitung beinahe eben so.

Stichopora, besonders in der Kreide.

3. Fam. Auloporina.

Aulopora.

2. Ordnung: Scleropodia, Stammkorallen.

1. Fam. Myrioporina.

Retepora.

Ceriopora. Arten davon sind in den meisten Meeresformationen und noch lebend bekannt.

Glauconome, die meisten Arten in der Molassegruppe.

3. Ordnung: Polythalamia, Schnirkelkorallen.

A. Polysomatia.

Die Thiere dieser Abtheilung sind meist sehr klein und schwierig zu unterscheiden; auch finden sie sich nur in gewissen Gesteinen, die sie dann freilich oft ganz und gar zusammensetzen, gut erhalten, weshalb sie bis jetzt für die Formationsbestimmung ziemlich unwichtig sind. Es sind meist noch lebende Gattungen, die auch nur in neuen Formationen bekannt sind.. Die wichtigsten und namentlich die ausgestorbenen Gattungen sind:

Faujasina,

Pupina,

Chrysalidina, } Ausgestorbene Gattungen.

Cuneolina.

Alveolina, eine lebende Gattung.

Fabularia, eine ausgestorbene Gattung.

B. Monosomatia.

Diese Abtheilung ist durch die dazu gehörigen, deutlicher erkennbaren Nummuliten wichtiger als die vorige; gewisse Formationen über der Kreide sind ganz dadurch bezeichnet. Die wichtigsten Gattungen sind:

a. Pleiostegia.

α) Stichostegia.

Lingulina, eine lebende Gattung.

Frondiculina, eine ausgestorbene Gattung.

Frondicularia, eine lebende Gattung.

Citharina, eine ausgestorbene Gattung.

β) Helicostegia.

Flabellina,

Spirolina,

Spirolecta, } Ausgestorbene Gattungen.

Sideroites.

Nummulites,

Robulina. } Lebende Gattungen.

Orbignyna,

Hauerina,

Gaudryna. } Ausgestorbene Gattungen.

Pyrulina,

Verneuilina.

Valvulina, eine lebende Gattung.

Porospina, eine ausgestorbene Gattung.

ϰ. Enallostegia.

Proroporus, eine ausgestorbene Gattung.
Virgulina, eine lebende Gattung.

δ. Agathistegia.

(Mit lauter lebenden Gattungen.)

Biloculina,
Spiroculina,
Articulina,
Triloculina,
Quinqueloculina u. s. w.

b. Monostegia.

Mit den lebenden Gattungen
Orbulina und
Colina.

Anhang.

Siphonia. Aus dieser Gattung kommen viele Arten in der Kreide und einige zugleich in der Juraformation vor.

Cnemidium, ausgestorbene, fast ganz auf die Juraformation beschränkte Gattung.

Tragos, fossil im Jura und in der Kreide, aufserdem auch lebende Arten bekannt. Wichtig ist

Tragos patella, im oberen Jura.

Scyphia, mehr als 50 Arten im Jura, andere in der Kreide, in der Molasse und noch lebend.

Coeloptychium. Einige Arten dieser ausgestorbenen Gattung in d. Kreide.

Manon, von der Grauwackengruppe bis in die jetzige Schöpfung reichend. Wichtig ist:

Manon peziza in der Kreide.

Spongia, eine im Jura beginnende und noch lebende Gattung.

XII. Klasse, Infusoria, Infusionsthierchen.

Obwohl ihre Schalen zuweilen ganze Gesteinsschichten bilden, so sind sie doch wegen ihrer nur unter dem Mikroskop erkennbaren Gröfse und Gestalt, für die Formationsbestimmung ziemlich unwichtig. Man kennt sie jetzt bis in die Kohlenformation abwärts. Die am häufigsten fossil vorkommenden Gattungen sind folgende aus der

Ordnung: Polygastrica, Magenthiere.

Peridinium,
Xanthidium. } Beide oft in Feuersteinen der Kreide.

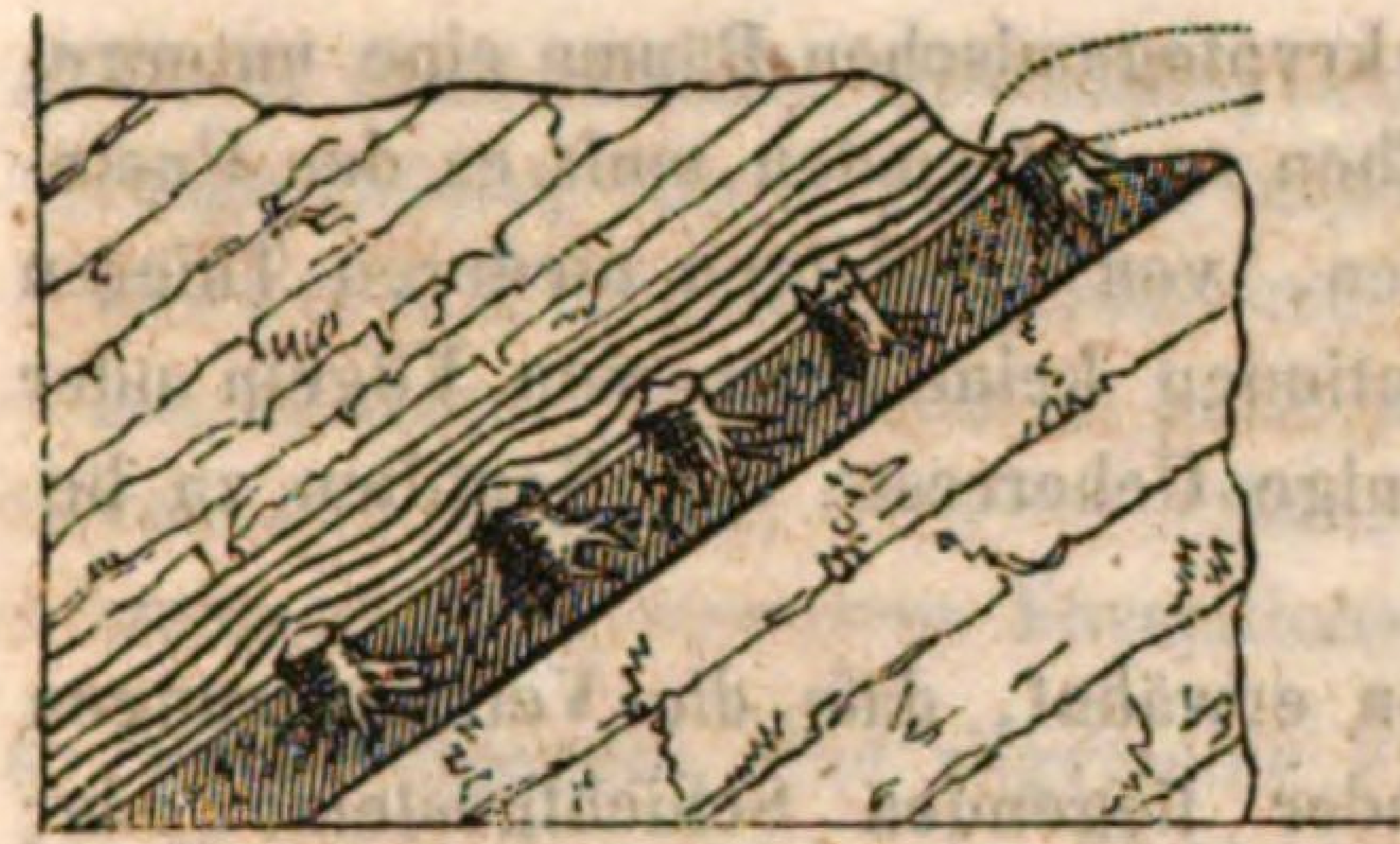
Pyxidicula.

Gallionella,
Navicula,
Bacillaria.
Campylodiscus. } Besonders häufig im Polirschiefer, Kieselguhr u. s. w.

Dicladia, Rhizosolenium, Goniothecia, Heliopelta, Asterolampix, Symbolophora und Craspedodiscus.	Sind ausgestorbene Gattungen und dadurch für uns wichtiger als die vielen anderen, welche alle noch existiren.

§. 78. *Vertheilung der Versteinerungen.* — Oft können wir aus der Art und Weise des Vorkommens von Versteinerungen schliefsen, dafs sie sich noch an demselben Orte, oder sogar noch in derselben gegenseitigen Stellung befinden, wo und in der sie lebten, während es in anderen Fällen wahrscheinlich ist, dafs sie einen gewissen Weg zurückgelegt haben, indem sie z. B. auf dem Boden von Wasserbecken zusammengeschwemmt worden sind, ehe sie vom Gesteine umschlossen wurden.

Findet man nur solche Organismen vereinigt, deren äufsere Lebensbedingungen übereinstimmen, z. B. nur Landbewohner oder nur Wassergeschöpfe, sind die Organismen zugleich bis auf feinere Aufsentheile wohlerhalten und stehen sie nach Zahl und Art ihrer Individuen in solchen Verhältnissen, dafs ein Nebeneinanderleben derselben denkbar ist, so wird man immer anzunehmen haben, dafs die Oertlichkeit des Vorkommens eine ursprüngliche ist. Noch sicherer wird diefs, wenn man z. B. Baumstämme mit ansitzenden Wurzeln in noch aufrechter Stellung entdeckt, oder Korallenriffe von muschelreichem Kalksteine eingeschlossen findet. Man hat die Oertlichkeit zuweilen auch dann noch eine relativ ursprüngliche zu nennen, wenn auch die einschliefsenden Schichten eine absolute Ortsveränderung erlitten haben. So findet man z. B. unter sich parallele Baumstämme in stark geneigten Schichten rechtwinkelig auf den Schichtflächen und folglich selbst stark geneigt stehend, in welchem Falle diese ihre Neigung nur ein Beweis der späteren Schichtenaufrichtung ist, da man sicher annehmen kann, die Bäume haben ursprünglich senkrecht gestanden. Ein solches Beispiel legt der folgende Holzschnitt deutlich vor Augen.



Bei Culworth Cove in Dorsetshire (nach Buckland, de la Beche und Lyell).

Findet man dagegen Geschöpfe des Festlandes oder Süfswasserbewohner mit solchen des Meeres gemengt, oder liegen überhaupt Reste von Geschöpfen beisammen, die nicht füglich neben einander gelebt haben können, so hat man eine Ortsveränderung dieser Organismen noch vor der Versteinerung anzunehmen, welche gewöhnlich auch durch Beschädigung oder Zerstörung aller feineren Aufsentheile kenntlich wird. Auffallende Beispiele dieser Art liefern nicht nur Ablagerungen in Meeresbecken, welche aufser Wasserbewohnern auch Landgeschöpfe enthalten, sondern ganz besonders auch einige Höhlen, in welchen man zwischen unzähligen Raubthierknochen einzelne Reste von Pflanzenfressern findet, die gewifs nicht in friedlicher Eintracht mit jenen diese Höhlen bewohnt haben werden.

Von besonderem Interesse ist es stets, die fossile Flora oder Fauna irgend einer Gegend zu irgend einer Zeitepoche möglichst vollständig kennen zu lernen; hierbei aber hat man ganz vorzüglich auf die Ursprünglichkeit des Ortes, sowie auf die wahre oder nur scheinbare Gleichzeitigkeit der Organismen Rücksicht zu nehmen. Wir dürfen uns jedoch bei solchen Forschungen nicht abschrecken lassen, wenn wir zwischen den einzelnen Thier- und Pflanzenklassen ganz andere Verhältnisse entdecken als in der lebenden Schöpfung. So sind z. B. unter den zahlreichen baumförmigen Pflanzen der Steinkohlenformation fast nur Kryptogamen, sehr wenig Monokotyledonen und fast gar keine Dikotyledonen zu finden, während in unseren deutschen Wäldern nur Dikotyledonen und Coniferen-Bäume wachsen, und auch in den tropischen Wäldern Amerikas die

Soll die Formel das Verhalten in den Schichten der gesammten Erdoberflächenkruste zugleich repräsentiren, so müssen die Reihen der Land- und Meeresgeschöpfe neben einander gestellt werden, da nichts dazu berechtigt, die Meeresformationen als Resultate von Fluthen anzusehen, welche die ganze Erde gleichzeitig bedeckten, und folglich neben dem Meere stets auch Land vorhanden gewesen sein dürfte. Es wird die Formel sich dann z. B. so gestalten:

A bis Z

(Meer.)	(Land.)
B. C. D a.	E. F *a.*
a bis d.	*a* bis *f.*
e bis k.	*g* bis *l.*
h bis r.	*i* bis *q.*
o bis z.	*o* bis *z.*

In der Richtung der relativen Tiefe von den jüngeren nach den älteren Formationen findet demnach eine ununterbrochene Aenderung der Natur der Versteinerungen statt, und, was noch besonders merkwürdig ist, die höher organisirten Pflanzen und Thiere nehmen in den tieferen Schichten mehr und mehr ab; die untersten enthalten fast nur noch kryptogamische Pflanzen oder Polyparien und Mollusken. In horizontaler Richtung dagegen, an den verschiedensten Puncten der Erdoberfläche, wo Spuren von einerlei Formation gefunden werden, herrscht eine grofse, überraschende Uebereinstimmung des allgemeinen Charakters und sogar einiger specieller Formen. Diese Uebereinstimmung scheint immer gröfser zu werden, in je älteren Schichten wir sie aufsuchen. Alles spricht dafür, dafs es einst gleichmäfsigere Lebensbedingungen in allen Gegenden der Erde gegeben habe. Riesige Pflanzenfresser und unmittelbare Spuren üppiger Vegetation werden (in Sibirien und Island) unter Breitengraden gefunden, wo jetzt nur eine höchst kümmerliche Vegetation noch gedeiht, nicht geeignet, Herden von Mammuths zu ernähren.

Die Kreideformation enthält von Portugal bis an den Libanon, von Norwegen und England bis an die Nordküsten Afrika's, an allen einzelnen Beobachtungspuncten ähnliche und sogar viele gleiche Meeresmuscheln, und Leopold v. Buch's Untersuchung reichhaltiger, einst durch A. v. Humboldt mitgebrachter Formationssuiten aus Nord- und Südamerika haben gezeigt, dafs auch jenseit des atlantischen Oceans eine unserer europäischen Kreide entsprechende Formation vorhanden ist, welche viele ähnliche und sogar ganz gleiche Muscheln enthält wie bei uns. Eben so übereinstimmend scheinen die Pflanzen der Steinkohlenformation in Europa, Amerika und Australien, sowie die Thiere der Grauwacke Europa's und Nordamerika's zu sein. Weitere Untersuchungen entfernter Weltgegenden werden wahrscheinlich die bis jetzt bekannten Beispiele dieser Uebereinstimmung sehr vermehren; so viel ist aber bereits ausgemacht, dafs eine gleichzeitige Versteinerung der gegenwärtigen lebenden Schöpfung weit mehr geographische Verschiedenheiten der dadurch entstehenden fossilen Organismen bemerken lassen würde, als wir in den tieferen Gesteinschichten zu finden gewohnt sind.

Fassen wir das über den Werth der Versteinerungen für die Geognosie Gesagte noch einmal kurz zusammen, so läfst es sich ungefähr so ausdrücken: Die Versteinerungen der einzelnen über einander liegenden Schichtgesteine und Formationen sind unter sich verschieden, in den gleichzeitigen Niederschlägen aber sehr ähnlich, und können deshalb sehr gut als Bestimmungsmittel der Altersgleichheit oder Altersverschiedenheit angesehen werden.

Alexander v. Humboldt sagt darüber im ersten Bande seines „Kosmos“: „die versteinerungshaltigen Schichten bieten uns, in ihren Grabstätten erhalten, die Floren und die Faunen der verflossenen Jahrtausende dar. Wir steigen aufwärts in die Zeit, indem wir, die räumlichen Lagerungsverhältnisse ergründend, von Schicht zu Schicht abwärts dringen. Ein hingeschwundenes Thier- und Pflanzenleben tritt vor unsere Augen. Weit verbreitete Erdrevolutionen, die Erhebung grofser Bergketten, deren relatives Alter wir zu bestim-

men vermögen, bezeichnen den Untergang alter Organismen, das Auftreten neuer. Einige wenige der älteren erscheinen noch eine Zeit lang unter den neueren. In der Eingeschränktheit unseres Wissens vom Werden, in der Bildersprache, welche diese Eingeschränktheit verbergen soll, nennen wir neue Schöpfungen die historischen Phänomene des Wechsels der Organismen, wie in der Bewohnung der Urgewässer und des gehobenen trockenen Bodens. Bald sind diese untergegangenen organischen Gebilde ganz erhalten, vollständig bis in die kleinsten Gewebe, Hüllen und gegliederten Theile; bald hat das laufende Thier, auf feuchtem Thonletten fortschreitend, nur seine Fährte, in den Koprolithen die Reste unverdauter Nahrung hinterlassen. In der unteren Juraschicht (Lias von Lyme Regis) ist die Erhaltung des Tintenbeutels der Sepia so wunderbar vollkommen, dafs dieselbe Materie, welche vor Myriaden von Jahren dem Thiere hat dienen können, um sich vor seinen Feinden zu verbergen, noch die Farbe hergegeben hat, mit der sein Bild entworfen wird. In anderen Schichten ist oft nur der schwache Abdruck einer Muschelschale übrig geblieben; und doch kann diese, von Reisenden aus einem fernen Lande mitgebracht, wenn sie eine Leitmuschel ist, lehren, welche Gebirgsformation sich dort vorfindet, mit welchen anderen organischen Resten sie vergesellschaftet war. Sie erzählt die Geschichte des Landes."

Lagerungslehre

oder

Architektur der festen Erdkruste.

§. 79. *Allgemeiner Bau.* — Wenn wir die Gesteine aus welchen die feste Erdkruste zusammengesetzt ist, nach der Art ihrer mineralogischen Zusammensetzung, ihrer Verbreitung, ihres gegenseitigen Zusammenbaues und ihrer muthmafslichen Entstehung untersuchen, so lassen sie sich hiernach in 4 grofse Gruppen sondern, die zwar unter sich nicht scharf abgegrenzt und der Zeit ihrer Entstehung nach wenigstens z. Th. sicher zu coordiniren und von einander abhängig sind, aber doch in ihren extremen Entwickelungen sich leicht unterscheiden und erkennen lassen.

Diese 4 Gruppen, deren Feststellung jedenfalls die Uebersicht sehr erleichtert, sind folgende:

1. Schichtgesteine,
2. Schiefergesteine,
3. Massengesteine,
4. Ganggesteine.

Ihre speciellen Unterschiede, Verbindungen und gegenseitigen Beziehungen werden erst aus der näheren Betrachtung derselben hervorgehen; hier sollen zunächst nur mit wenigen Worten ihre allgemeinsten und unterscheidendsten Charaktere angegeben werden.

Die Schichtgesteine bestehen aus, wenigstens für gewisse Erdgegenden, in bestimmten Reihenfolgen über einander liegenden Gesteinsschichten von mehr oder weniger wechselnder Natur. Sandsteine, Kalksteine, Thon und Mergel herrschen

derselben gefunden werden und sich bestimmt als dieselben wiedererkennen lassen, da liegen sie immer in derselben Ordnung auf einander, wie da, wo man sie anderwärts beobachtet hat. Bezeichnet man z. B. 24 einzelne Schichten oder Schichtencomplexe, die sich durch bestimmte Kennzeichen von einander unterscheiden lassen, durch die Buchstaben des Alphabets in der Weise, dafs die Schicht *a* von oben herein den Anfang macht, so findet man da, wo die ursprüngliche Lagerung nicht umgeworfen ist, niemals eine Abweichung von dieser an einem Orte bestimmten Ordnung des Alphabetes der Schichten, wenn auch vielleicht vielfache Lücken darin eintreten, d. h. man wird z. B. nie die Schicht *o* über der Schicht *m*, oder die Schicht *p* über der Schicht *o* liegen sehen, obwohl es oft vorkommen mag, dafs *m* unmittelbar auf *o*, *a* unmittelbar auf *v* oder *z* liegt u. s. w., während alle dazwischen gehörige Glieder fehlen. Ueberhaupt aber sind in manchen, namentlich in Gebirgsgegenden, gar keine Flötzgebirge vorhanden, die Schiefer- und Massengesteine sind dann unbedeckt.

Conglomerat, Sandstein, Kalkstein, Mergel und Schieferthon mit ihren Varietäten sind die vielfach sich wiederholenden Hauptbestandmassen der Schichtgesteine oder Flötzformationen; Dolomit, Steinsalz, Gyps, Eisenstein, Hornstein, Thonstein, Steinkohle und Braunkohle sind schon seltnere Erscheinungen.

§. 81. *Gesteinsverbindungsformeln der Schichtgesteine.* — Von diesen Gesteinen treten nun gewöhnlich 2 oder mehre meist schichtweise wechselnd in Verbindung mit einander auf, wodurch eine Anzahl sehr vielfach sich constant wiederholender Gesteinsverbindungsformeln oder Formationsglieder entsteht, z. B.:

1) Sandstein mit Zwischenlagen von Schieferthon oder Thonschiefer;
2) Conglomerat, wechselnd mit Sandstein und Schieferthon oder Thonschiefer;
3) Kalkstein mit dünnen Zwischenlagen von Mergelschiefer;
4) Schieferthon mit Mergel- und Kalkstein-Zwischenlagen;
5) Schieferthon und Sandstein, mit Kohlenschichten wechselnd;
6) Schieferthon oder Mergel, mit Gyps wechselnd;

7) Thon, Gyps und Steinsalz, letztere mehr stock- als lagerförmig in ersterem;

8) Dolomit, Gyps, Thon und Steinsalz.

Diese und ähnliche constante Gesteinsverbindungen in den Flötzformationen sind durchaus nicht zufällig zu nennen, sondern die einzelnen Gesteine bedingen sich entweder gegenseitig oder stehen wenigstens in einem gewissen Causalnexus zu einander, d. h. sie sind entweder nur durch besondere Umstände (z. B. Ruhe und Bewegung) gesonderte Niederschläge einer und derselben Solution oder Trübung, oder sie stellen die natürliche Reihenfolge periodischer Einschwemmung geordnet nach den Gesetzen der Schwere dar. Eine solche natürliche Reihenfolge ist z. B. der oft wiederholte Wechsel: Conglomerat, Sandstein und Schieferthon, bei welchem man unbedingt die Conglomeratschicht für das Resultat des Anfanges jeder dieser dreigliederigen Perioden zu halten hat.

§. 82. *Gleichzeitigkeitsbestimmung der Ablagerungen durch Gesteine oder Gesteinsverbindungsformeln.* — Die vielfache Wiederholung dieser und ähnlicher Gesteinsverbindungsformeln durch die ganze Reihe der Schichtgesteine hindurch und das häufige Auskeilen einzelner Schichten oder ganzer Formeln in horizontaler Richtung machen oft das Wiedererkennen der gleichzeitigen Ablagerungen (die Bestimmung der Formationen) sehr schwierig; es kann namentlich durch letzteren Umstand, da, wo die Bereiche zweier durch verschiedenartige Einströmungen g l e i c h z e i t i g in einem Wasserbecken erfolgten Ablagerungen an einander grenzen, im extremen Falle ein solches Ineinandergreifen der einzelnen Schichten bewirkt werden, dafs dadurch wie in der nachstehenden Skizze, bei *A* und *B* die Resultate der Ablagerung einer und derselben Zeitperiode dennoch gänzlich verschieden sind.

A B



Einige Gesteine oder Gesteinsverbindungen von besonderer Natur sind dagegen bis jetzt nur einmal in der ganzen grofsen Reihe der Schichtgesteine aufgefunden. Dahin gehören z. B. die weifse Kreide mit Feuersteinen und der Kupferschiefer; wo man daher diese charakteristisch wiederfindet, da sind sie für sich allein hinreichend, die Stelle in der allgemeinen Reihe, den geologischen Horizont, das geologische Niveau, zu bezeichnen. Man kann jedoch nicht erwarten, dafs diese besonderen Gesteine gleichzeitig über die ganze Erde verbreitet sind, vorläufig können sie nur etwa für Europa als sichere Führer oder Leitschichten betrachtet werden, und auch da nur im Falle ihrer Anwesenheit, denn dafs sie vielfach fehlen oder durch andere Gesteine vertreten werden, ist auch hier schon bekannt.

§. 83. *Lagerungsformeln.* — Aufser jenen Gesteinsverbindungsformeln lassen sich aber auch noch gewisse Lagerungsformeln erkennen, die zwar an sehr vielen Localitäten derselben Ablagerung constant wiederkehren, nicht aber, wenigstens nicht genau so, in den übereinanderfolgenden Ablagerungen. Diese sind defshalb oft sehr dienlich zur Wiedererkennung gleichzeitiger Ablagerungen. Solche Lagerungsformeln sind z. B. folgende.

1) In Thüringen:

knotiger Kalkstein (Wellenkalk), rother und grünlicher Schieferthon mit Fasergyps, dergl. Schieferthon mit Hornsteinlagen, dergl. Schieferthon mit dolomitischen Thonsteinlagen, compacte Gypsschicht, Sandstein.	Muskelkalk und bunter Sandstein.

2) Ebenfalls in Thüringen:

dünnplattiger Stinkstein, bituminöser Mergelschiefer, Kupferschiefer, grauer, oft conglomeratartiger Sandstein.	Zechstein.

3) In England:

weifse Kreide mit Feuersteinen, graue und mehr verhärtete Kreide ohne Feuersteine.	Kreide.

Mergel und Mergelschiefer, Grünsandstein, Thon und mergeliger Thon, Sandstein.	Grünsand.

4) In Würtemberg:

hellgelblicher dichter Kalkstein, Eisenrogenstein, Eisensandstein,	Jura.
dunkler, bituminöser Schiefer, dunkler, bituminöser Kalkstein, eisenschüssiger Sandstein.	Lias.

§. 84. *Gleichzeitigkeitsbestimmung (Parallelisirung).* — Wo man solche bestimmte und complicirte Lagerungsformeln in nicht zu entlegenen Gegenden wiederfindet, da kann man ebenso wie aus den nicht wiederkehrenden Gesteinen oder Gesteinsverbindungsformeln das geologisch parallele Niveau (die Gleichzeitigkeit) der Schichten ziemlich sicher aus ihnen erkennen, was selbst dann noch der Fall ist, wenn einzelne untergeordnete Schichten durch Auskeilen aus den Formeln verschwunden sind. Diese Folgerung ist aber um so mehr gültig, wenn man die Formeln durch einen gröfseren Landstrich hindurch gewissermafsen niemals aus den Augen verliert. Dessenungeachtet sind früher durch die Aehnlichkeit mancher Gesteine, Gesteins- und Lagerungsformeln, sowie umgekehrt durch die Gesteinsungleichheit gleichzeitiger Ablagerungen, in dieser Beziehung viele Irrthümer veranlafst worden.

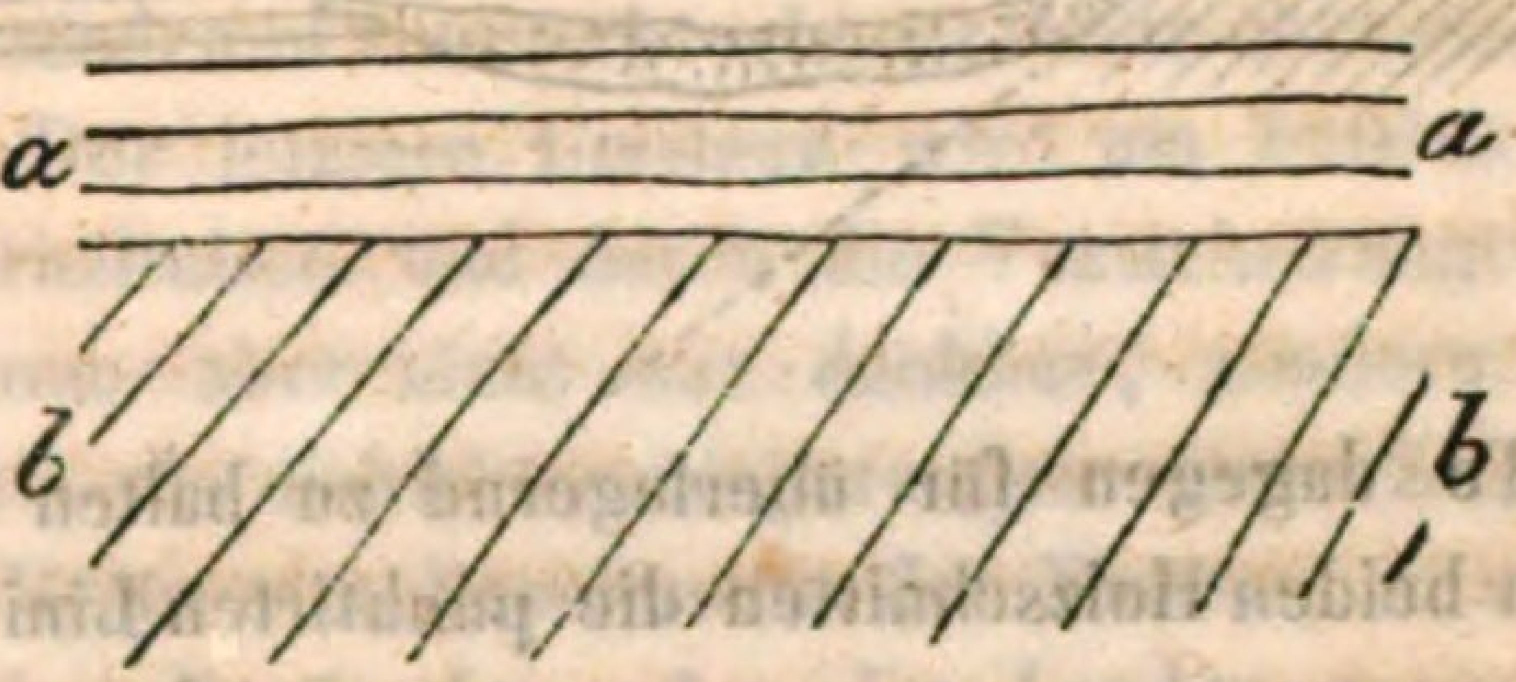
Diesem letzteren Uebelstande ist gegenwärtig für die meisten Fälle durch die Lehre von den Versteinerungen und ihrer Vertheilung abgeholfen, denn diese Ueberreste früherer organischer Schöpfungen sind, wie erwähnt, in den einzelnen Schichtencomplexen von einander verschieden, ihr organischer Charakter ändert sich progressiv, in je tieferen älteren Schichten man sie aufsucht, und sie können da, wo sie wohlerhalten vorhanden sind, als völlig sichere Kriterien der Unterscheidung oder Vergleichung einzelner Formationen angesehen werden, da ihr Wesen offenbar nicht von zufälligen Umständen, sondern durchaus von den physikalischen Verhältnissen der

einzelnen Erdbildungsepochen abhängig ist. Die Versteinerungen sind sonach die sichersten Hülfsmittel zur Bestimmung der Gleichzeitigkeit oder Ungleichzeitigkeit von Schichtenablagerungen. Man darf behaupten, sie sind zuweilen die einzig sicheren, da selbst die relative Lagerung der Schichten durch gewaltige Naturereignisse in Unordnung gebracht sein kann und, wie wir später sehen werden, in einzelnen Fällen wirklich so gestört ist, dafs nur die Versteinerungen über den ursprünglichen Zustand Aufschlufs zu geben vermögen. Die anscheinenden Ausnahmen von diesem allgemeinen Gesetze, welche man in Tirol gefunden zu haben glaubt, bedürfen immer noch einer genaueren Prüfung.

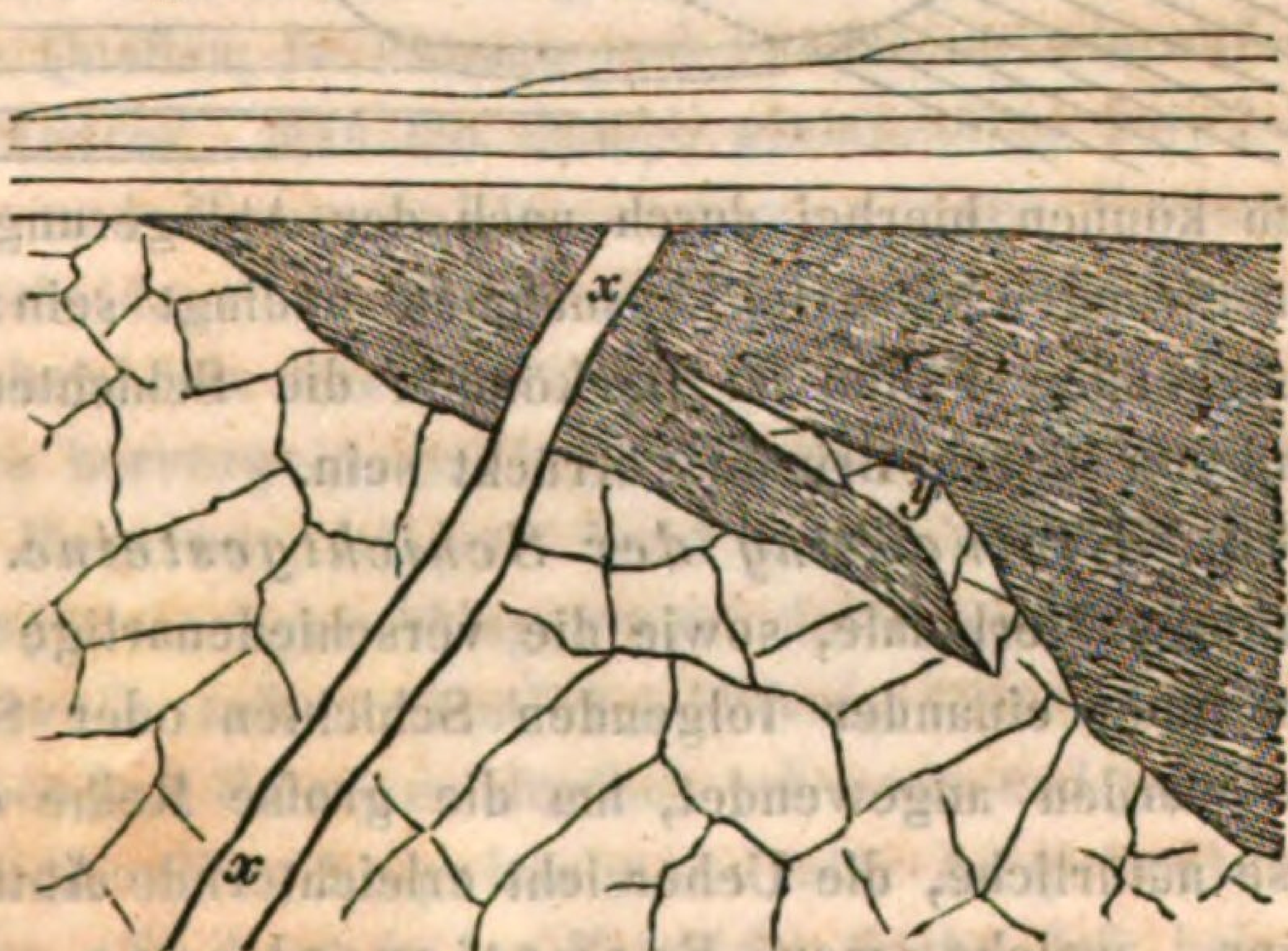
§. 85. *Gegenseitige Lagerung der Schichten und Werth derselben.* — Die Schichtung und Lagerung, die Art der Zusammensetzung, die Art des Vorkommens von versteinerten Thieren und Pflanzen und viele andere Umstände beweisen, wie erwähnt, mit vollkommener Sicherheit, dafs die hier in Rede stehenden Schichtgesteine durch Wasser abgelagert sind, auf eine ähnliche Weise, wie noch jetzt das Meer, grofse Landseen oder Flüsse in gewissen Gegenden ähnliche Ablagerungen bilden. Bei solcher Entstehung mufs nun aber nothwendig jede Schicht später gebildet sein als die darunter liegende. Zugleich sind viele Umstände vorhanden, welche darauf hindeuten, dafs nicht alle Schichten in einer ununterbrochenen Reihenfolge hinter einander abgelagert worden, sondern dafs gewisse Perioden eingetreten sind, in welchen die Schichtenablagerung theils örtlich, theils über grofse Erdtheile hinweg unterbrochen, oder in ihrem Wesen sehr verändert worden ist, und wieder andere Perioden, in welchen sie an gewissen Orten besonders lebhaft und ungestört von Statten ging. Häufig findet man sogar zwischen zwei beträchtlichen Schichtencomplexen, welche Reste von Meeresthieren als Versteinerungen umschliefsen, einzelne Schichten oder Schichtencomplexe mit Thieren oder Pflanzen des Festlandes.

Solche Störungen und Unterbrechungen der regelmäfsigen Schichtenübereinanderlagerung lassen sich namentlich auch aus der gegenseitigen Stellung der Schichten erkennen, man unterscheidet in dieser Beziehung besonders gleichförmige und

ungleichförmige (oder abweichende) Lagerung derselben. Mit dem ersteren Ausdruck bezeichnet man das parallele Uebereinanderliegen der Schichten, mit dem letzteren dagegen jede auffallende Abweichung von dem gegenseitigen Parallelismus, welche in der Regel irgend eine gewaltsame Bewegung der Erdkruste während oder zwischen der Ablagerung der auf diese Weise ungleichförmig liegenden Schichten andeutet. Insbesondere bezeichnet man solche Schichten, welche die Ausgehenden oder Köpfe anderer überdecken, als **übergreifend** aufgelagert,

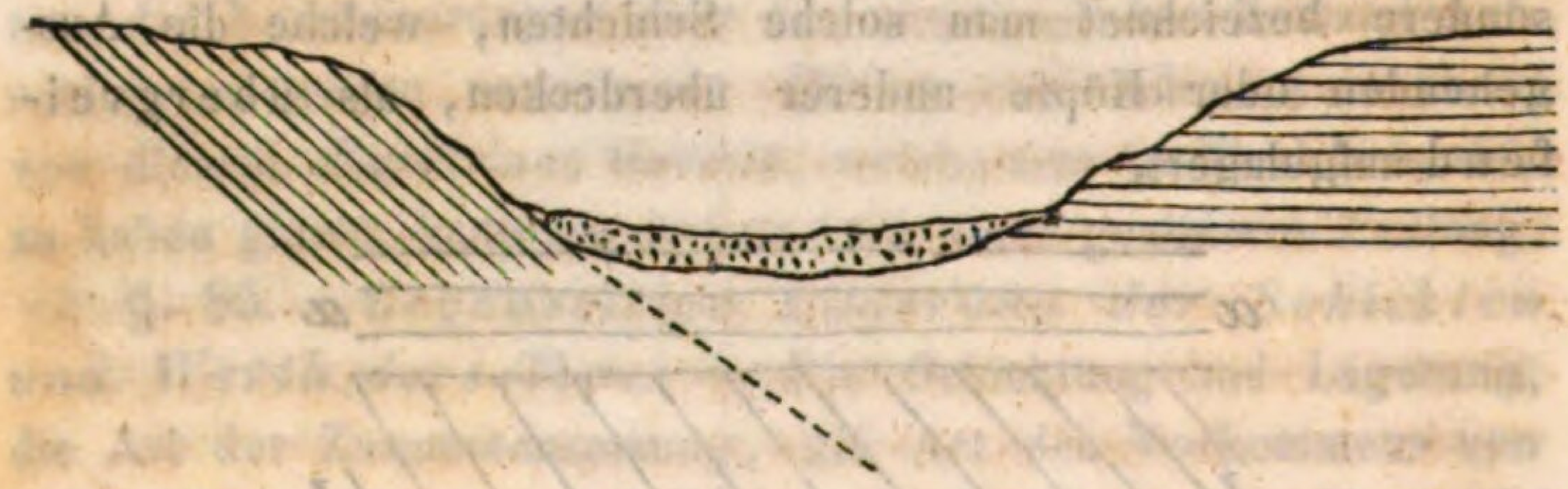


namentlich aber auch, wenn sie Gränzen einzelner Gesteine, also mehre zugleich, überdecken.



Einige andere für die Art der Schichtenlagerung übliche Ausdrücke, deren Bedeutung an sich ziemlich verständlich ist, mögen hier beiläufig erwähnt werden. Man unterscheidet **becken-** oder **muldenförmige** Einlagerung, **Mulden** und **Sättel** der Schichten, **Luftsättel** (deren obere Ergänzung man sich zu denken hat), **mantelförmige** Umlagerung u. s. w.

Aus der gegenseitigen Stellung der Schichten wird ferner jeder denkende Geognost, ohne dafs es bestimmter Regeln dafür bedarf, leicht Wahrscheinlichkeitsschlüsse über die stattfindende Ueber- oder Unterlagerung von Schichtgesteinen zu ziehen vermögen, wenn deren gegenseitige Begränzung auch nicht unmittelbar beobachtet werden kann. Man wird z. B. zufallende Schichten in der Regel für unterlagernd,



abfallende dagegen für überlagernd zu halten haben, wie es in diesen beiden Holzschnitten die punktirten Linien andeuten.



Doch können hierbei durch nach der Ablagerung erfolgte Schichtenstörungen vielerlei Ausnahmen bedingt sein; in beiden vorstehenden Fällen z. B. können die Schichten gleichzeitig und nur durch Brüche verrückt sein.

§. 86. *Eintheilung der Schichtgesteine.* — Alle die erwähnten Merkmale, sowie die verschiedenartige Gesteinsnatur der über einander folgenden Schichten oder Schichtencomplexe werden angewendet, um die grofse Reihe derselben in gewisse natürliche, die Uebersicht erleichternde Abtheilungen zu bringen, welche man Formationsglieder, Formationen und Gruppen nennt.

1) Unter Formationsglied verstehen wir die unmittelbar auf einander liegenden Schichten eines Gesteins oder weniger zu einer constanten Formel verbundener Gesteine, z. B. Sandstein mit Schieferthon-Zwischenlagen, die Verbindung von Thon, Gyps und Steinsalz u. s. w.

2) Formation heifst Bildung, Flötz etwas durch Wasser Zusammengeschwemmtes, Geflöfstes, Flötzformation daher eine zusammengeschwemmte Bildung. Wir brauchen den Ausdruck Formation hier stets als Bezeichnung für gewisse natürliche Abtheilungen oder Ablagerungsganze solcher Flötzbildungen und rechnen zu einer Formation alle die Schichten, welche sich durch eine vorherrschende ähnliche Natur und durch ihr gewöhnliches Zusammenvorkommen auszeichnen, ohne dafs sie alle aus demselben oder ganz ähnlichem Gesteine bestehen müfsten, und von denen sich ferner voraussetzen läfst, dafs sie unter ziemlich gleichen äufseren Umständen in ununterbrochener Reihe über einander gelagert sind. Der letztere Umstand wird am befsten durch die Lagerungsverhältnisse und durch die Versteinerungen erkannt.

Es ist nun aber nicht nur denkbar, sondern sicher oft der Fall, dafs die Schichtenablagerungen einer Zeitepoche an einem Orte Reste von Bewohnern des Meeres, an einem anderen solche des Festlandes oder der Landgewässer enthalten. Wir brauchen nur daran zu denken, wie noch jetzt solche Ablagerungen des Wassers erfolgen, sie bilden sich überall gleichzeitig, an Quellen, in Flüssen und Landseeen wie auf dem Boden des Meeres. Man hat danach gleichzeitige Land-, Süfswasser- und Meeresablagerungen oder Formationen zu unterscheiden, und die Localitäten dieser einzelnen Ablagerungen haben, wie aus unzähligen Beobachtungen auf das Bestimmteste hervorgeht, im Laufe der Zeit vielfach gewechselt; wo sonst Meer war, ist jetzt Land u. s. w. Die Gleichzeitigkeit solcher ungleichartiger Ablagerungen derselben Periode zu erkennen, ist zuweilen aufserordentlich schwierig; läfst sich dieselbe aber durch besondere Umstände deutlich erkennen und nachweisen, so nennt man dieselben Aequivalente oder Aequivalent-Formationen. Es liegt in der Natur der Sache, dafs beinahe jede Meeresformation irgendwo ein nicht marines Aequivalent hat, wie z. B. die Neocomien-Schichten der Schweiz im Wealden Englands, aber man darf kaum erwarten, dafs es für alle gelingen werde, ihre Gleichzeitigkeit zu erkennen.

Wenn dagegen nur das Gesteinsmaterial der durch einerlei Versteinerungen charakterisirten gleichzeitigen Ablager-

c) ungestielte Tesselaten mit Armen.

Marsupites, nur in der Kreide bekannt.

Anhang.

Dichocrinus, Plicatocrinus, Triacrinus } ebenfalls ausgestorbene Gattungen.

XII. *Klasse. Polyparia, Korallenthiere.*

A. Anthozoa, Blumenthiere.

1. Ordnung: Zoocorallia, Thierkorallen.

a. Polyactinia.

1. Fam. Zoanthina.

Siphonia, s. im Anhange.

2. Fam. Fungina.

Fungia, Arten davon in allen meerischen Formationen und noch lebend in tropischen Meeren.

Turbinolia, von der Kreide bis ins Meer, die meisten Arten in der Molassegruppe.

Ecmesus, eine ausgestorbene Gattung.

Phyllodes, desgl.,

Trochopsis desgl., und

Diploctenium, wovon nur in der Kreide ein paar Arten bekannt sind.

b. Octactinia.

3. Fam. Tubiporina.

Harmodites, mit etwa 6 Arten von der Grauwacke bis in den Kohlenkalkstein.

2. Ordnung: Phytocorallia, Pflanzenkorallen.

a. Polyactinia.

1. Fam. Ocellina.

Cyathina, in neuen Formationen und lebend.

Oculina.

Explanaria, in der Juraformation und lebend.

Cladocora, in neuen Formationen und lebend.

Columnaria, wahrscheinlich nur in der Grauwacke.

Cyathophyllum, gegen 30 Arten in der Grauwackengruppe und im Bergkalk, einige im Jura.

Favosites.

Anthophyllum.

Stylina, eine zweifelhafte Gattung.

2. Fam. Daedalina.

α. Astraeina.

Caryophyllia, von der Juraformation bis in die lebende Schöpfung viele Arten.

Favia. Desgl.
Astraea, über 50 ausgestorbene Arten, die meisten in der Juraformation, sehr viele Arten lebend als Hauptbestandtheile der Korallenriffe.

β. Maeandrina.

Maeandra, Pavonia, Agaricia } von der Juraformation bis in die lebende Schöpfung.

b. Dodecactinia.

3. Fam. Madreporina.

Madrepora, von der Grauwackengruppe an bis in die lebende Schöpfung.
Halysites, nur in der Grauwackengruppe bekannt, für diese sehr bezeichnend.
Pleurodictyum, nur 1 Art in der Grauwackengruppe bekannt.

4. Fam. Milleporina.

Calamopora, eine ausgestorbene, aus der Grauwacke bis in den Zechstein reichende Gattung. Wichtig ist:
Calamopora polymorpha in der oberen Grauwacke.
Millopora, von der Juragruppe bis in die lebende Schöpfung, Riffe bildend.
Pocillopora.

c. Octactinia.

5. Fam. Isidea.

Corallium.
Isis, in ganz neuen Schichten und lebend.

6. Fam. Ceratocoralli.

Gorgonia, aus der Grauwacke bis in den Zechstein reichend, besonders hänfig:
Gorgonia infundibuliformis im Zechstein.

B. Bryozoa, Mooskorallen.

1. Ordnung: Thallopodia, Keimkorallen.

1. Fam. Escharina.

Eschara, von der Juragruppe bis in die lebende Schöpfung.

2. Fam. Celleporina.

Cellepora, viele Arten fast in allen Meeresformationen und lebend
Flustra, Verbreitung beinahe eben so.
Stichopora, besonders in der Kreide.

3. Fam. Auloporina.

Aulopora.

2. Ordnung: Scleropodia, Stammkorallen.

1. Fam. Myrioporina.

Retepora.

Ceriopora. Arten davon sind in den meisten Meeresformationen und noch lebend bekannt.
Glauconome, die meisten Arten in der Molassegruppe.

3. Ordnung: Polythalamia, Schnirkelkorallen.

A. Polysomatia.

Die Thiere dieser Abtheilung sind meist sehr klein und schwierig zu unterscheiden; auch finden sie sich nur in gewissen Gesteinen, die sie dann freilich oft ganz und gar zusammensetzen, gut erhalten, weshalb sie bis jetzt für die Formationsbestimmung ziemlich unwichtig sind. Es sind meist noch lebende Gattungen, die auch nur in neuen Formationen bekannt sind.. Die wichtigsten und namentlich die ausgestorbenen Gattungen sind:

Faujasina, Pupina, Chrysalidina, Cuneolina. } Ausgestorbene Gattungen.
Alveolina, eine lebende Gattung.
Fabularia, eine ausgestorbene Gattung.

B. Monosomatia.

Diese Abtheilung ist durch die dazu gehörigen, deutlicher erkennbaren Nummuliten wichtiger als die vorige; gewisse Formationen über der Kreide sind ganz dadurch bezeichnet. Die wichtigsten Gattungen sind:

a. Pleiostegia.

α) Stichostegia.

Lingulina, eine lebende Gattung.
Frondiculina, eine ausgestorbene Gattung.
Frondicularia, eine lebende Gattung.
Citharina, eine ausgestorbene Gattung.

β) Helicostegia.

Flabellina, Spirolina, Spirolecta, Sideroites. } Ausgestorbene Gattungen.
Nummulites, Robulina. } Lebende Gattungen.
Orbignyna, Hauerina, Gaudryna. Pyrulina, Verneuilina. } Ausgestorbene Gattungen.
Valvulina, eine lebende Gattung.
Porospina, eine ausgestorbene Gattung.

κ. Enallostegia.

Proroporus, eine ausgestorbene Gattung.
Virgulina, eine lebende Gattung.

δ. Agathistegia.

(Mit lauter lebenden Gattungen.)

Biloculina,
Spiroculina,
Articulina,
Triloculina,
Quinqueloculina u. s. w.

b. Monostegia.

Mit den lebenden Gattungen
Orbulina und
Colina.

Anhang.

Siphonia. Aus dieser Gattung kommen viele Arten in der Kreide und einige zugleich in der Juraformation vor.

Cnemidium, ausgestorbene, fast ganz auf die Juraformation beschränkte Gattung.

Tragos, fossil im Jura und in der Kreide, aufserdem auch lebende Arten bekannt. Wichtig ist

Tragos patella, im oberen Jura.

Scyphia, mehr als 50 Arten im Jura, andere in der Kreide, in der Molasse und noch lebend.

Coeloptychium. Einige Arten dieser ausgestorbenen Gattung in d. Kreide.

Manon, von der Grauwackengruppe bis in die jetzige Schöpfung reichend. Wichtig ist:

Manon peziza in der Kreide.

Spongia, eine im Jura beginnende und noch lebende Gattung.

XII. Klasse, Infusoria, Infusionsthierchen.

Obwohl ihre Schalen zuweilen ganze Gesteinsschichten bilden, so sind sie doch wegen ihrer nur unter dem Mikroskop erkennbaren Gröfse und Gestalt, für die Formationsbestimmung ziemlich unwichtig. Man kennt sie jetzt bis in die Kohlenformation abwärts. Die am häufigsten fossil vorkommenden Gattungen sind folgende aus der

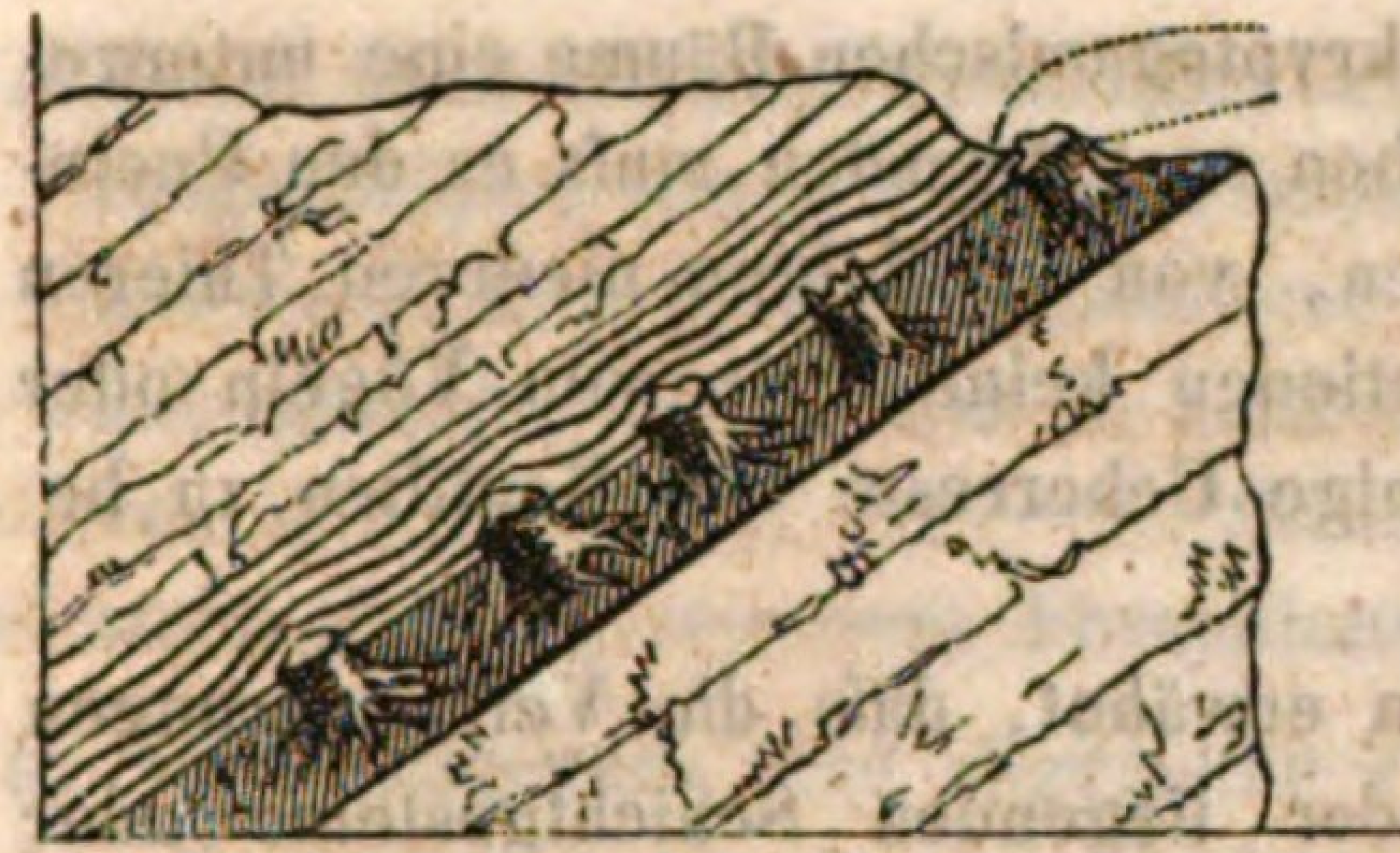
Ordnung: Polygastrica, Magenthiere.

Peridinium, } Beide oft in Feuersteinen der Kreide.
Xanthidium. }
Pyxidicula.
Gallionella, }
Navicula, } Besonders häufig im Polirschiefer, Kieselguhr u. s. w.
Bacillaria. }
Campylodiscus. }

Dicladia, Rhizosolenium, Goniothecia, Heliopelta, Asterolampix, Symbolophora und Craspedodiscus.	Sind ausgestorbene Gattungen und dadurch für uns wichtiger als die vielen anderen, welche alle noch existiren.

§. 78. *Vertheilung der Versteinerungen.* — Oft können wir aus der Art und Weise des Vorkommens von Versteinerungen schliefsen, dafs sie sich noch an demselben Orte, oder sogar noch in derselben gegenseitigen Stellung befinden, wo und in der sie lebten, während es in anderen Fällen wahrscheinlich ist, dafs sie einen gewissen Weg zurückgelegt haben, indem sie z. B. auf dem Boden von Wasserbecken zusammengeschwemmt worden sind, ehe sie vom Gesteine umschlossen wurden.

Findet man nur solche Organismen vereinigt, deren äufsere Lebensbedingungen übereinstimmen, z. B. nur Landbewohner oder nur Wassergeschöpfe, sind die Organismen zugleich bis auf feinere Aufsentheile wohlerhalten und stehen sie nach Zahl und Art ihrer Individuen in solchen Verhältnissen, dafs ein Nebeneinanderleben derselben denkbar ist, so wird man immer anzunehmen haben, dafs die Oertlichkeit des Vorkommens eine ursprüngliche ist. Noch sicherer wird diefs, wenn man z. B. Baumstämme mit ansitzenden Wurzeln in noch aufrechter Stellung entdeckt, oder Korallenriffe von muschelreichem Kalksteine eingeschlossen findet. Man hat die Oertlichkeit zuweilen auch dann noch eine relativ ursprüngliche zu nennen, wenn auch die einschliefsenden Schichten eine absolute Ortsveränderung erlitten haben. So findet man z. B. unter sich parallele Baumstämme in stark geneigten Schichten rechtwinkelig auf den Schichtflächen und folglich selbst stark geneigt stehend, in welchem Falle diese ihre Neigung nur ein Beweis der späteren Schichtenaufrichtung ist, da man sicher annehmen kann, die Bäume haben ursprünglich senkrecht gestanden. Ein solches Beispiel legt der folgende Holzschnitt deutlich vor Augen.



Bei Culworth Cove in Dorsetshire (nach Buckland, de la Beche und Lyell).

Findet man dagegen Geschöpfe des Festlandes oder Süfswasserbewohner mit solchen des Meeres gemengt, oder liegen überhaupt Reste von Geschöpfen beisammen, die nicht füglich neben einander gelebt haben können, so hat man eine Ortsveränderung dieser Organismen noch vor der Versteinerung anzunehmen, welche gewöhnlich auch durch Beschädigung oder Zerstörung aller feineren Aufsentheile kenntlich wird. Auffallende Beispiele dieser Art liefern nicht nur Ablagerungen in Meeresbecken, welche aufser Wasserbewohnern auch Landgeschöpfe enthalten, sondern ganz besonders auch einige Höhlen, in welchen man zwischen unzähligen Raubthierknochen einzelne Reste von Pflanzenfressern findet, die gewifs nicht in friedlicher Eintracht mit jenen diese Höhlen bewohnt haben werden.

Von besonderem Interesse ist es stets, die fossile Flora oder Fauna irgend einer Gegend zu irgend einer Zeitepoche möglichst vollständig kennen zu lernen; hierbei aber hat man ganz vorzüglich auf die Ursprünglichkeit des Ortes, sowie auf die wahre oder nur scheinbare Gleichzeitigkeit der Organismen Rücksicht zu nehmen. Wir dürfen uns jedoch bei solchen Forschungen nicht abschrecken lassen, wenn wir zwischen den einzelnen Thier- und Pflanzenklassen ganz andere Verhältnisse entdecken als in der lebenden Schöpfung. So sind z. B. unter den zahlreichen baumförmigen Pflanzen der Steinkohlenformation fast nur Kryptogamen, sehr wenig Monokotyledonen und fast gar keine Dikotyledonen zu finden, während in unseren deutschen Wäldern nur Dikotyledonen und Coniferen-Bäume wachsen, und auch in den tropischen Wäldern Amerikas die

monokotyledonischen und kryptogamischen Bäume eine untergeordnete Rolle spielen. Eben so befremden mufs es den Uneingeweihten, in den ältesten, von unzähligen niederen Thieren bevölkerten Gesteinsformationen keine Spur von Vögeln oder Säugethieren und nur wenige Ueberreste von Reptilien zu bemerken.

Es wurde oben schon erwähnt, dafs die Versteinerungen der einzelnen über einander liegenden Schichtgesteine oder Schichtensysteme unter sich verschieden sind. Diefs ist aber nicht nur insofern der Fall, als etwa in dem einen nur Bewohner des Landes, in dem anderen nur Meeresgeschöpfe herrschen, sondern es findet eine durch die Entstehungszeit bedingte, für alle Arten äufserer Umgebung gültige Verschiedenheit statt, d. h., die Pflanzen und Thiere des obersten Ablagerungen sind überall ziemlich verschieden von denen des zunächst darunter folgenden, und in keiner noch tieferen werden dieselben genau so wiedergefunden. Oft sogar enthalten schon die oberen Schichten derselben Gesteinsablagerung einige von denen in den unteren Schichten verschiedene Arten, und so ergiebt sich von den obersten zu den untersten Schichten eine fortschreitende Reihe der Formen, indem stets einige alte verschwinden und dafür einige neue, der jetzigen Schöpfung immer mehr entfremdete, auftreten. Die nahe unter einander liegenden Gesteine enthalten immer noch viele gemeinschaftliche Arten, die entfernteren dagegen umschliefsen die Resultate durchaus verschiedener Schöpfungen; dabei ist der Wechsel der Formen in zwei auf einander folgenden Gesteinen in der Regel gröfser als in den auf einander folgenden Schichten desselben Gesteins, und noch gröfser in zwei auf einander folgenden Formationen, ein Begriff, der jedoch erst in dem folgenden Abschnitte weiter erläutert werden kann. Diese Beziehungen lassen sich durch eine Art von allgemeiner Formel darstellen, wenn man für die verschiedenen Abtheilungen der Organismen verschiedene Buchstaben und für die Schichten-, Gesteins- und Formationsabtheilungen bezeichnende Linien einsetzt.

Es sollen z. B. ausdrücken:

A bis Z noch lebende Geschöpfe, a bis z ausgestorbene Meeresgeschöpfe, von a nach z zu immer mehr von den lebenden abweichend, *a* bis *z* ausgestorbene Landpflanzen und Thiere, auf dieselbe Weise von *a* nach *z* zu immer abweichender von den lebenden, ——— Schichtgrenzen, **———** Gesteinsgrenzen, ═══ Formationsgrenzen,

so wird Folgendes eine allgemeine Formel für die Vertheilung der Versteinerungen in den Schichten irgend einer einzelnen Gegend der Erdoberfläche sein:

A bis Z (lebende Schöpfung).	
B. E. F. X. Z. a. *a*.	
X. Y. Z. a. b. c.	Meereszeit.
Y. Z. a. b. c. d.	
b. c. d. e.	
c. d. e.	
b. c. d.	Landzeit.
b. c. d. e.	
f. g. h. i.	Meereszeit.
f. g. h. i. k.	
h. i. k. l.	
i. k. l.	
i. k. l. m. n.	
n. o. p. q.	
o. p. q. r.	
f. g. h. i. k. l.	Landzeit.
g. h. i. k. l. m. n.	
s. t. u. v. w.	Meereszeit.
t. u. v. w.	
u. v. w.	
o. p. q. r. s. t. z.	Landzeit.
x. y. z.	Meereszeit.

Soll die Formel das Verhalten in den Schichten der gesammten Erdoberflächenkruste zugleich repräsentiren, so müssen die Reihen der Land- und Meeresgeschöpfe neben einander gestellt werden, da nichts dazu berechtigt, die Meeresformationen als Resultate von Fluthen anzusehen, welche die ganze Erde gleichzeitig bedeckten, und folglich neben dem Meere stets auch Land vorhanden gewesen sein dürfte. Es wird die Formel sich dann z. B. so gestalten:

A bis Z

(Meer.)	(Land.)
B. C. D a.	E. F *a.*
a bis d.	*a* bis *f.*
e bis k.	*g* bis *l.*
h bis r.	*i* bis *q.*
o bis z.	*o* bis *z.*

In der Richtung der relativen Tiefe von den jüngeren nach den älteren Formationen findet demnach eine ununterbrochene Aenderung der Natur der Versteinerungen statt, und, was noch besonders merkwürdig ist, die höher organisirten Pflanzen und Thiere nehmen in den tieferen Schichten mehr und mehr ab; die untersten enthalten fast nur noch kryptogamische Pflanzen oder Polyparien und Mollusken. In horizontaler Richtung dagegen, an den verschiedensten Puncten der Erdoberfläche, wo Spuren von einerlei Formation gefunden werden, herrscht eine grofse, überraschende Uebereinstimmung des allgemeinen Charakters und sogar einiger specieller Formen. Diese Uebereinstimmung scheint immer gröfser zu werden, in je älteren Schichten wir sie aufsuchen. Alles spricht dafür, dafs es einst gleichmäfsigere Lebensbedingungen in allen Gegenden der Erde gegeben habe. Riesige Pflanzenfresser und unmittelbare Spuren üppiger Vegetation werden (in Sibirien und Island) unter Breitengraden gefunden, wo jetzt nur eine höchst kümmerliche Vegetation noch gedeiht, nicht geeignet, Herden von Mammuths zu ernähren.

Die Kreideformation enthält von Portugal bis an den Libanon, von Norwegen und England bis an die Nordküsten Afrika's, an allen einzelnen Beobachtungspuncten ähnliche und sogar viele gleiche Meeresmuscheln, und Leopold v. Buch's Untersuchung reichhaltiger, einst durch A. v. Humboldt mitgebrachter Formationssuiten aus Nord- und Südamerika haben gezeigt, dafs auch jenseit des atlantischen Oceans eine unserer europäischen Kreide entsprechende Formation vorhanden ist, welche viele ähnliche und sogar ganz gleiche Muscheln enthält wie bei uns. Eben so übereinstimmend scheinen die Pflanzen der Steinkohlenformation in Europa, Amerika und Australien, sowie die Thiere der Grauwacke Europa's und Nordamerika's zu sein. Weitere Untersuchungen entfernter Weltgegenden werden wahrscheinlich die bis jetzt bekannten Beispiele dieser Uebereinstimmung sehr vermehren; so viel ist aber bereits ausgemacht, dafs eine gleichzeitige Versteinerung der gegenwärtigen lebenden Schöpfung weit mehr geographische Verschiedenheiten der dadurch entstehenden fossilen Organismen bemerken lassen würde, als wir in den tieferen Gesteinschichten zu finden gewohnt sind.

Fassen wir das über den Werth der Versteinerungen für die Geognosie Gesagte noch einmal kurz zusammen, so läfst es sich ungefähr so ausdrücken: Die Versteinerungen der einzelnen über einander liegenden Schichtgesteine und Formationen sind unter sich verschieden, in den gleichzeitigen Niederschlägen aber sehr ähnlich, und können deshalb sehr gut als Bestimmungsmittel der Altersgleichheit oder Altersverschiedenheit angesehen werden.

Alexander v. Humboldt sagt darüber im ersten Bande seines „Kosmos“: „die versteinerungshaltigen Schichten bieten uns, in ihren Grabstätten erhalten, die Floren und die Faunen der verflossenen Jahrtausende dar. Wir steigen aufwärts in die Zeit, indem wir, die räumlichen Lagerungsverhältnisse ergründend, von Schicht zu Schicht abwärts dringen. Ein hingeschwundenes Thier- und Pflanzenleben tritt vor unsere Augen. Weit verbreitete Erdrevolutionen, die Erhebung grofser Bergketten, deren relatives Alter wir zu bestim-

men vermögen, bezeichnen den Untergang alter Organismen, das Auftreten neuer. Einige wenige der älteren erscheinen noch eine Zeit lang unter den neueren. In der Eingeschränktheit unseres Wissens vom Werden, in der Bildersprache, welche diese Eingeschränktheit verbergen soll, nennen wir neue Schöpfungen die historischen Phänomene des Wechsels der Organismen, wie in der Bewohnung der Urgewässer und des gehobenen trockenen Bodens. Bald sind diese untergegangenen organischen Gebilde ganz erhalten, vollständig bis in die kleinsten Gewebe, Hüllen und gegliederten Theile; bald hat das laufende Thier, auf feuchtem Thonletten fortschreitend, nur seine Fährte, in den Koprolithen die Reste unverdauter Nahrung hinterlassen. In der unteren Juraschicht (Lias von Lyme Regis) ist die Erhaltung des Tintenbeutels der Sepia so wunderbar vollkommen, dafs dieselbe Materie, welche vor Myriaden von Jahren dem Thiere hat dienen können, um sich vor seinen Feinden zu verbergen, noch die Farbe hergegeben hat, mit der sein Bild entworfen wird. In anderen Schichten ist oft nur der schwache Abdruck einer Muschelschale übrig geblieben; und doch kann diese, von Reisenden aus einem fernen Lande mitgebracht, wenn sie eine Leitmuschel ist, lehren, welche Gebirgsformation sich dort vorfindet, mit welchen anderen organischen Resten sie vergesellschaftet war. Sie erzählt die Geschichte des Landes."

Lagerungslehre

oder

Architektur der festen Erdkruste.

§. 79. *Allgemeiner Bau.* — Wenn wir die Gesteine aus welchen die feste Erdkruste zusammengesetzt ist, nach der Art ihrer mineralogischen Zusammensetzung, ihrer Verbreitung, ihres gegenseitigen Zusammenbaues und ihrer muthmaſslichen Entstehung untersuchen, so lassen sie sich hiernach in 4 groſse Gruppen sondern, die zwar unter sich nicht scharf abgegrenzt und der Zeit ihrer Entstehung nach wenigstens z. Th. sicher zu coordiniren und von einander abhängig sind, aber doch in ihren extremen Entwickelungen sich leicht unterscheiden und erkennen lassen.

Diese 4 Gruppen, deren Feststellung jedenfalls die Uebersicht sehr erleichtert, sind folgende:

1. Schichtgesteine,
2. Schiefergesteine,
3. Massengesteine,
4. Ganggesteine.

Ihre speciellen Unterschiede, Verbindungen und gegenseitigen Beziehungen werden erst aus der näheren Betrachtung derselben hervorgehen; hier sollen zunächst nur mit wenigen Worten ihre allgemeinsten und unterscheidendsten Charaktere angegeben werden.

Die Schichtgesteine bestehen aus, wenigstens für gewisse Erdgegenden, in bestimmten Reihenfolgen über einander liegenden Gesteinsschichten von mehr oder weniger wechselnder Natur. Sandsteine, Kalksteine, Thon und Mergel herrschen

vor, sie enthalten in der Regel Versteinerungen, und alle Umstände deuten auf das Bestimmteste an, dafs sie der Hauptsache nach ziemlich mechanisch aus Wasser abgelagert sind, wefshalb man sie auch Flötzgebirge, d. h. zusammengeschwemmte Gebirge, genannt hat. Wegen der Regelmäfsigkeit ihrer Uebereinanderlagerung sind sie ferner normale Gesteine genannt worden.

Die Schiefergesteine bestehen aus krystallinischen Silicatgesteinen (Gneifs, Glimmerschiefer, Thonschiefer, Talkschiefer u. s. w.), deren chemische Natur und gänzlicher Mangel an organischen Resten schliefsen lassen, dafs sie in ihrem gegenwärtigen Zustande weder mechanisch, noch chemisch aus Wasser abgesetzt sein können. Ihre Schieferung und die derselben parallele Uebereinanderlagerung oder Schichtung nähert sie übrigens den Schichtgesteinen, während sie in allen übrigen Eigenschaften den Gesteinen der folgenden Gruppe viel näher stehen. Sehr gewöhnlich bilden sie die Basis (den Boden) der Schichtgesteine. Sie treten übrigens in Ebenen weit seltener als in Gebirgen auf, und ihre Schieferung mufs, wenn man sie als ursprünglich unter sich parallel und horizontal sollte voraussetzen können, durch spätere Ereignisse sehr gestört worden sein. Sie werden von Einigen für umgewandelte Schichtgesteine gehalten und defshalb auch metamorphische Gesteine genannt. Andere halten sie theils für Resultate ursprünglicher Erstarrung eines einst heifsflüssigen Erdkörpers, theils für eruptiv (plutonisch). Sie wurden früher mit dem gröfseren Theile der Massengesteine gemeinschaftlich Urgebirge oder Primitivgesteine genannt.

Die Massengesteine bestehen aus krystallinischen Silicatgesteinen, die der Hauptsache nach massig abgesondert sind, z. B. Granit, Syenit, Diorit, Diabas, Porphyr, Melaphyr, Basalt, Trachyt, Laven u. s. w. Sie enthalten niemals ihnen zugehörige Versteinerungen. Sie durchsetzen oder überlagern je nach ihrem verschiedenen Alter massig oder gangförmig sich gegenseitig, sowie die Schiefer- und die Schichtgesteine. Wegen der scheinbaren Ungesetzmäfsigkeit ihrer Lagerung hat man sie in Verbindung mit den Schiefergesteinen

„abnorme Gesteine" genannt. Aus der Art ihrer Lagerung, ihrer Einwirkung auf die von ihnen durchsetzten Gesteine und der Analogie mit den Laven geht auf das Entschiedenste hervor, dafs sie eruptiver Entstehung sind; man nennt sie defshalb auch Eruptiv- oder plutonische Gesteine. Die meisten derselben sind auf das Innigste mit gewissen wacken- und tuffartigen Bildungen verbunden, so wie denn selbst gewisse Schichtgesteine und Gangbildungen von den Eruptionen derselben abhängig sein dürften. Auch hierfür spricht die Analogie der Laven thätiger Vulkane und ihrer Appertinentien.

Unter Ganggesteinen endlich werden hier nur diejenigen Spaltenausfüllungen verstanden, welche nicht aus constanten und gleichmäfsigen Gemengen von 2 oder 3 Mineralien wie die Massengesteine bestehen, sondern die gewöhnlich Mineral- oder Erzgänge genannten, oft sehr ungleichmäfsigen, inconstanten Zusammenhäufungen von vielerlei Mineralien in den Spalten von Schicht-, Schiefer- und Massengesteinen. Sie erreichen nicht die grofse Mächtigkeit und Ausdehnung der eigentlichen Gesteinsgänge, aber sie scheinen in der Regel von gewissen benachbarten Massengesteinen abhängig, d. h. durch deren Eruption veranlafst worden zu sein.

Den gegenseitigen Verband der Gesteine dieser 4 Gruppen zeigt die Titelskizze, allerdings aber auf eine ganz ideale Weise; namentlich ist auf derselben Alles, was unter dem Granit liegt, nur vermuthet, nicht beobachtet, während das darüber Befindliche wirkliche Beobachtungen idealisirt darstellt.

Schichtgesteine (Flötzformationen).

§. 80. *Allgemeines.* — Die sorgfältigste Untersuchung der geschichteten Gesteine hat gezeigt, dafs ihre einzelnen Glieder und Schichten in bestimmter Reihefolge, welche wenigstens in dem mittleren Europa (nur dieses kennt man bis jetzt ziemlich vollständig) überall dieselbe ist, auf einander liegen. Zwar sind keineswegs in jeder Gegend alle die Gesteinsschichten vorhanden, welche man nach und nach an vershiedenen Orten kennen lernte; wo aber auch nur zwei oder drei

derselben gefunden werden und sich bestimmt als dieselben wiedererkennen lassen, da liegen sie immer in derselben Ordnung auf einander, wie da, wo man sie anderwärts beobachtet hat. Bezeichnet man z. B. 24 einzelne Schichten oder Schichtencomplexe, die sich durch bestimmte Kennzeichen von einander unterscheiden lassen, durch die Buchstaben des Alphabets in der Weise, dafs die Schicht *a* von oben herein den Anfang macht, so findet man da, wo die ursprüngliche Lagerung nicht umgeworfen ist, niemals eine Abweichung von dieser an einem Orte bestimmten Ordnung des Alphabetes der Schichten, wenn auch vielleicht vielfache Lücken darin eintreten, d. h. man wird z. B. nie die Schicht *o* über der Schicht *m*, oder die Schicht *p* über der Schicht *o* liegen sehen, obwohl es oft vorkommen mag, dafs *m* unmittelbar auf *o*, *a* unmittelbar auf *v* oder *z* liegt u. s. w., während alle dazwischen gehörige Glieder fehlen. Ueberhaupt aber sind in manchen, namentlich in Gebirgsgegenden, gar keine Flötzgebirge vorhanden, die Schiefer- und Massengesteine sind dann unbedeckt.

Conglomerat, Sandstein, Kalkstein, Mergel und Schieferthon mit ihren Varietäten sind die vielfach sich wiederholenden Hauptbestandmassen der Schichtgesteine oder Flötzformationen; Dolomit, Steinsalz, Gyps, Eisenstein, Hornstein, Thonstein, Steinkohle und Braunkohle sind schon seltnere Erscheinungen.

§. 81. ***Gesteinsverbindungsformeln der Schichtgesteine.*** — Von diesen Gesteinen treten nun gewöhnlich 2 oder mehre meist schichtweise wechselnd in Verbindung mit einander auf, wodurch eine Anzahl sehr vielfach sich constant wiederholender Gesteinsverbindungsformeln oder Formationsglieder entsteht, z. B.:

1) Sandstein mit Zwischenlagen von Schieferthon oder Thonschiefer;
2) Conglomerat, wechselnd mit Sandstein und Schieferthon oder Thonschiefer;
3) Kalkstein mit dünnen Zwischenlagen von Mergelschiefer;
4) Schieferthon mit Mergel- und Kalkstein-Zwischenlagen;
5) Schieferthon und Sandstein, mit Kohlenschichten wechselnd;
6) Schieferthon oder Mergel, mit Gyps wechselnd;

7) Thon, Gyps und Steinsalz, letztere mehr stock- als lagerförmig in ersterem;
8) Dolomit, Gyps, Thon und Steinsalz.

Diese und ähnliche constante Gesteinsverbindungen in den Flötzformationen sind durchaus nicht zufällig zu nennen, sondern die einzelnen Gesteine bedingen sich entweder gegenseitig oder stehen wenigstens in einem gewissen Causalnexus zu einander, d. h. sie sind entweder nur durch besondere Umstände (z. B. Ruhe und Bewegung) gesonderte Niederschläge einer und derselben Solution oder Trübung, oder sie stellen die natürliche Reihenfolge periodischer Einschwemmung geordnet nach den Gesetzen der Schwere dar. Eine solche natürliche Reihenfolge ist z. B. der oft wiederholte Wechsel: Conglomerat, Sandstein und Schieferthon, bei welchem man unbedingt die Conglomeratschicht für das Resultat des Anfanges jeder dieser dreigliederigen Perioden zu halten hat.

§. 82. *Gleichzeitigkeitsbestimmung der Ablagerungen durch Gesteine oder Gesteinsverbindungsformeln.* — Die vielfache Wiederholung dieser und ähnlicher Gesteinsverbindungsformeln durch die ganze Reihe der Schichtgesteine hindurch und das häufige Auskeilen einzelner Schichten oder ganzer Formeln in horizontaler Richtung machen oft das Wiedererkennen der gleichzeitigen Ablagerungen (die Bestimmung der Formationen) sehr schwierig; es kann namentlich durch letzteren Umstand, da, wo die Bereiche zweier durch verschiedenartige Einströmungen gleichzeitig in einem Wasserbecken erfolgten Ablagerungen an einander grenzen, im extremen Falle ein solches Ineinandergreifen der einzelnen Schichten bewirkt werden, dafs dadurch wie in der nachstehenden Skizze, bei *A* und *B* die Resultate der Ablagerung einer und derselben Zeitperiode dennoch gänzlich verschieden sind.



Einige Gesteine oder Gesteinsverbindungen von besonderer Natur sind dagegen bis jetzt nur einmal in der ganzen grofsen Reihe der Schichtgesteine aufgefunden. Dahin gehören z. B. die weifse Kreide mit Feuersteinen und der Kupferschiefer; wo man daher diese charakteristisch wiederfindet, da sind sie für sich allein hinreichend, die Stelle in der allgemeinen Reihe, den geologischen Horizont, das geologische Niveau, zu bezeichnen. Man kann jedoch nicht erwarten, dafs diese besonderen Gesteine gleichzeitig über die ganze Erde verbreitet sind, vorläufig können sie nur etwa für Europa als sichere Führer oder Leitschichten betrachtet werden, und auch da nur im Falle ihrer Anwesenheit, denn dafs sie vielfach fehlen oder durch andere Gesteine vertreten werden, ist auch hier schon bekannt.

§. 83. *Lagerungsformeln.* — Aufser jenen Gesteinsverbindungsformeln lassen sich aber auch noch gewisse Lagerungsformeln erkennen, die zwar an sehr vielen Localitäten derselben Ablagerung constant wiederkehren, nicht aber, wenigstens nicht genau so, in den übereinanderfolgenden Ablagerungen. Diese sind defshalb oft sehr dienlich zur Wiedererkennung gleichzeitiger Ablagerungen. Solche Lagerungsformeln sind z. B. folgende.

1) In Thüringen:

knotiger Kalkstein (Wellenkalk), rother und grünlicher Schieferthon mit Fasergyps, dergl. Schieferthon mit Hornsteinlagen, dergl. Schieferthon mit dolomitischen Thonsteinlagen, compacte Gypsschicht, Sandstein.	Muskelkalk und bunter Sandstein.

2) Ebenfalls in Thüringen:

dünnplattiger Stinkstein, bituminöser Mergelschiefer, Kupferschiefer, grauer, oft conglomeratartiger Sandstein.	Zechstein.

3) In England:

weifse Kreide mit Feuersteinen, graue und mehr verhärtete Kreide ohne Feuersteine.	Kreide.

Mergel und Mergelschiefer, }
Grünsandstein, } Grünsand.
Thon und mergeliger Thon, }
Sandstein. }

4) In Würtemberg:
hellgelblicher dichter Kalkstein, }
Eisenrogenstein, } Jura.
Eisensandstein, }
dunkler, bituminöser Schiefer, }
dunkler, bituminöser Kalkstein, } Lias.
eisenschüssiger Sandstein. }

§. 84. *Gleichzeitigkeitsbestimmung (Parallelisirung).* — Wo man solche bestimmte und complicirte Lagerungsformeln in nicht zu entlegenen Gegenden wiederfindet, da kann man ebenso wie aus den nicht wiederkehrenden Gesteinen oder Gesteinsverbindungsformeln das geologisch parallele Niveau (die Gleichzeitigkeit) der Schichten ziemlich sicher aus ihnen erkennen, was selbst dann noch der Fall ist, wenn einzelne untergeordnete Schichten durch Auskeilen aus den Formeln verschwunden sind. Diese Folgerung ist aber um so mehr gültig, wenn man die Formeln durch einen gröſseren Landstrich hindurch gewissermaſsen niemals aus den Augen verliert. Dessenungeachtet sind früher durch die Aehnlichkeit mancher Gesteine, Gesteins- und Lagerungsformeln, sowie umgekehrt durch die Gesteinsungleichheit gleichzeitiger Ablagerungen, in dieser Beziehung viele Irrthümer veranlaſst worden.

Diesem letzteren Uebelstande ist gegenwärtig für die meisten Fälle durch die Lehre von den Versteinerungen und ihrer Vertheilung abgeholfen, denn diese Ueberreste früherer organischer Schöpfungen sind, wie erwähnt, in den einzelnen Schichtencomplexen von einander verschieden, ihr organischer Charakter ändert sich progressiv, in je tieferen älteren Schichten man sie aufsucht, und sie können da, wo sie wohlerhalten vorhanden sind, als völlig sichere Kriterien der Unterscheidung oder Vergleichung einzelner Formationen angesehen werden, da ihr Wesen offenbar nicht von zufälligen Umständen, sondern durchaus von den physikalischen Verhältnissen der

einzelnen Erdbildungsepochen abhängig ist. Die Versteinerungen sind sonach die sichersten Hülfsmittel zur Bestimmung der Gleichzeitigkeit oder Ungleichzeitigkeit von Schichtenablagerungen. Man darf behaupten, sie sind zuweilen die einzig sicheren, da selbst die relative Lagerung der Schichten durch gewaltige Naturereignisse in Unordnung gebracht sein kann und, wie wir später sehen werden, in einzelnen Fällen wirklich so gestört ist, dafs nur die Versteinerungen über den ursprünglichen Zustand Aufschlufs zu geben vermögen. Die anscheinenden Ausnahmen von diesem allgemeinen Gesetze, welche man in Tirol gefunden zu haben glaubt, bedürfen immer noch einer genaueren Prüfung.

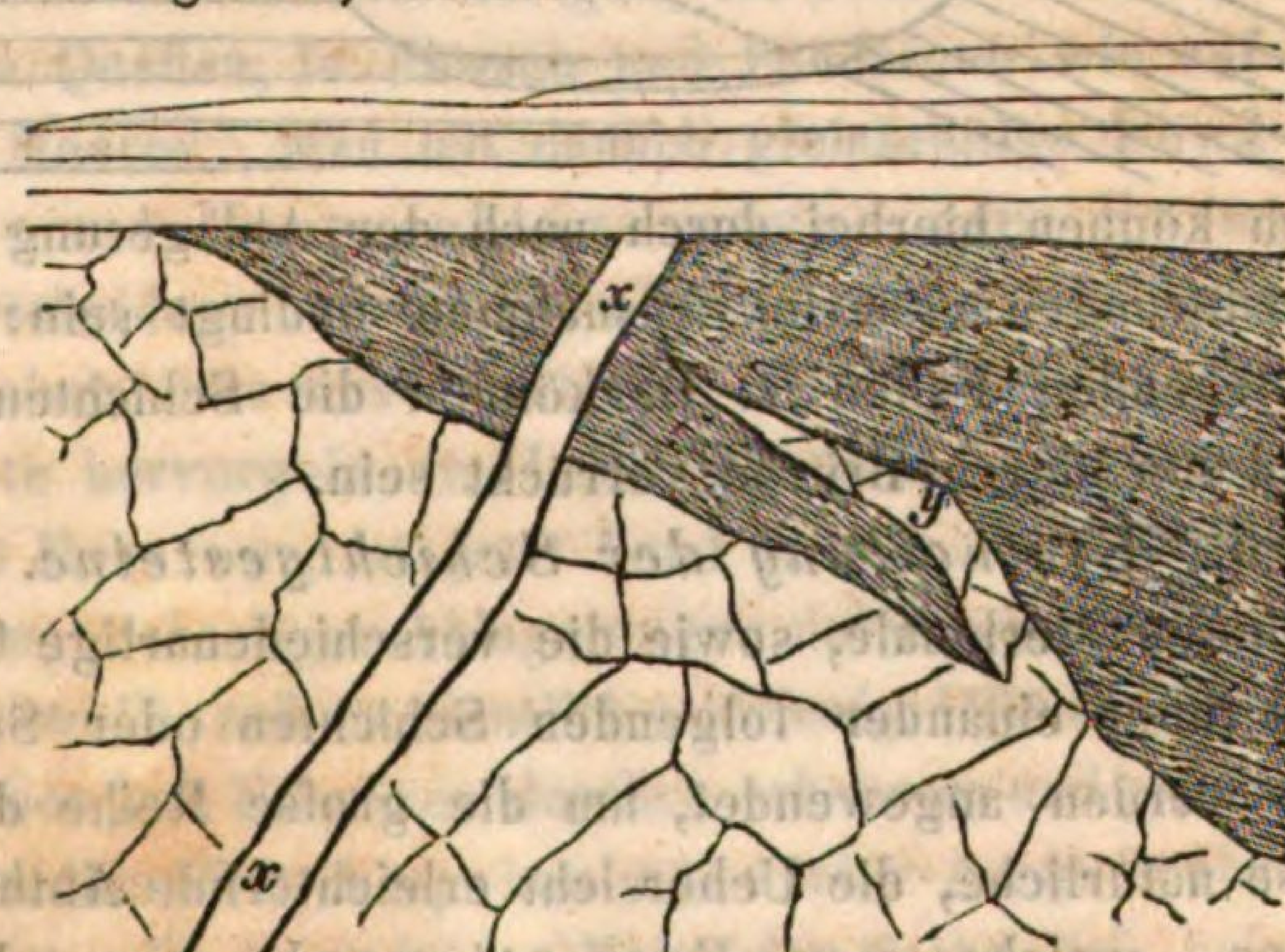
§. 85. *Gegenseitige Lagerung der Schichten und Werth derselben.* — Die Schichtung und Lagerung, die Art der Zusammensetzung, die Art des Vorkommens von versteinerten Thieren und Pflanzen und viele andere Umstände beweisen, wie erwähnt, mit vollkommener Sicherheit, dafs die hier in Rede stehenden Schichtgesteine durch Wasser abgelagert sind, auf eine ähnliche Weise, wie noch jetzt das Meer, grofse Landseen oder Flüsse in gewissen Gegenden ähnliche Ablagerungen bilden. Bei solcher Entstehung mufs nun aber nothwendig jede Schicht später gebildet sein als die darunter liegende. Zugleich sind viele Umstände vorhanden, welche darauf hindeuten, dafs nicht alle Schichten in einer ununterbrochenen Reihenfolge hinter einander abgelagert worden, sondern dafs gewisse Perioden eingetreten sind, in welchen die Schichtenablagerung theils örtlich, theils über grofse Erdtheile hinweg unterbrochen, oder in ihrem Wesen sehr verändert worden ist, und wieder andere Perioden, in welchen sie an gewissen Orten besonders lebhaft und ungestört von Statten ging. Häufig findet man sogar zwischen zwei beträchtlichen Schichtencomplexen, welche Reste von Meeresthieren als Versteinerungen umschliefsen, einzelne Schichten oder Schichtencomplexe mit Thieren oder Pflanzen des Festlandes.

Solche Störungen und Unterbrechungen der regelmäfsigen Schichtenübereinanderlagerung lassen sich namentlich auch aus der gegenseitigen Stellung der Schichten erkennen, man unterscheidet in dieser Beziehung besonders gleichförmige und

ungleichförmige (oder abweichende) Lagerung derselben. Mit dem ersteren Ausdruck bezeichnet man das parallele Uebereinanderliegen der Schichten, mit dem letzteren dagegen jede auffallende Abweichung von dem gegenseitigen Parallelismus, welche in der Regel irgend eine gewaltsame Bewegung der Erdkruste während oder zwischen der Ablagerung der auf diese Weise ungleichförmig liegenden Schichten andeutet. Insbesondere bezeichnet man solche Schichten, welche die Ausgehenden oder Köpfe anderer überdecken, als übergreifend aufgelagert,



namentlich aber auch, wenn sie Gränzen einzelner Gesteine, also mehre zugleich, überdecken.

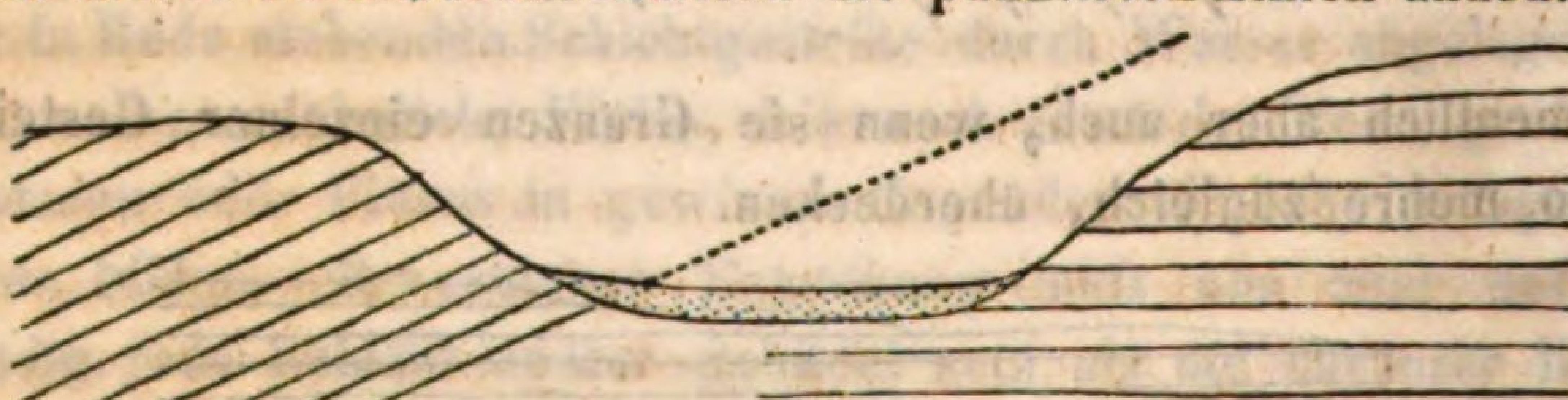


Einige andere für die Art der Schichtenlagerung übliche Ausdrücke, deren Bedeutung an sich ziemlich verständlich ist, mögen hier beiläufig erwähnt werden. Man unterscheidet becken- oder muldenförmige Einlagerung, Mulden und Sättel der Schichten, Luftsättel (deren obere Ergänzung man sich zu denken hat), mantelförmige Umlagerung u. s. w.

Aus der gegenseitigen Stellung der Schichten wird ferner jeder denkende Geognost, ohne dafs es bestimmter Regeln dafür bedarf, leicht Wahrscheinlichkeitsschlüsse über die stattfindende Ueber- oder Unterlagerung von Schichtgesteinen zu ziehen vermögen, wenn deren gegenseitige Begränzung auch nicht unmittelbar beobachtet werden kann. Man wird z. B. zufallende Schichten in der Regel für unterlagernd,



abfallende dagegen für überlagernd zu halten haben, wie es in diesen beiden Holzschnitten die punktirten Linien andeuten.



Doch können hierbei durch nach der Ablagerung erfolgte Schichtenstörungen vielerlei Ausnahmen bedingt sein; in beiden vorstehenden Fällen z. B. können die Schichten gleichzeitig und nur durch Brüche verrückt sein.

§. 86. *Eintheilung der Schichtgesteine.* — Alle die erwähnten Merkmale, sowie die verschiedenartige Gesteinsnatur der über einander folgenden Schichten oder Schichtencomplexe werden angewendet, um die grofse Reihe derselben in gewisse natürliche, die Uebersicht erleichternde Abtheilungen zu bringen, welche man Formationsglieder, Formationen und Gruppen nennt.

1) Unter Formationsglied verstehen wir die unmittelbar auf einander liegenden Schichten eines Gesteins oder weniger zu einer constanten Formel verbundener Gesteine, z. B. Sandstein mit Schieferthon-Zwischenlagen, die Verbindung von Thon, Gyps und Steinsalz u. s. w.

2) Formation heifst Bildung, Flötz etwas durch Wasser Zusammengeschwemmtes, Geflöfstes, Flötzformation daher eine zusammengeschwemmte Bildung. Wir brauchen den Ausdruck Formation hier stets als Bezeichnung für gewisse natürliche Abtheilungen oder Ablagerungsganze solcher Flötzbildungen und rechnen zu einer Formation alle die Schichten, welche sich durch eine vorherrschende ähnliche Natur und durch ihr gewöhnliches Zusammenvorkommen auszeichnen, ohne dafs sie alle aus demselben oder ganz ähnlichem Gesteine bestehen müfsten, und von denen sich ferner voraussetzen läfst, dafs sie unter ziemlich gleichen äufseren Umständen in ununterbrochener Reihe über einander gelagert sind. Der letztere Umstand wird am befsten durch die Lagerungsverhältnisse und durch die Versteinerungen erkannt.

Es ist nun aber nicht nur denkbar, sondern sicher oft der Fall, dafs die Schichtenablagerungen einer Zeitepoche an einem Orte Reste von Bewohnern des Meeres, an einem anderen solche des Festlandes oder der Landgewässer enthalten. Wir brauchen nur daran zu denken, wie noch jetzt solche Ablagerungen des Wassers erfolgen, sie bilden sich überall gleichzeitig, an Quellen, in Flüssen und Landseeen wie auf dem Boden des Meeres. Man hat danach gleichzeitige Land-, Süfswasser- und Meeresablagerungen oder Formationen zu unterscheiden, und die Localitäten dieser einzelnen Ablagerungen haben, wie aus unzähligen Beobachtungen auf das Bestimmteste hervorgeht, im Laufe der Zeit vielfach gewechselt; wo sonst Meer war, ist jetzt Land u. s. w. Die Gleichzeitigkeit solcher ungleichartiger Ablagerungen derselben Periode zu erkennen, ist zuweilen aufserordentlich schwierig; läfst sich dieselbe aber durch besondere Umstände deutlich erkennen und nachweisen, so nennt man dieselben Aequivalente oder Aequivalent-Formationen. Es liegt in der Natur der Sache, dafs beinahe jede Meeresformation irgendwo ein nicht marines Aequivalent hat, wie z. B. die Neocomien-Schichten der Schweiz im Wealden Englands, aber man darf kaum erwarten, dafs es für alle gelingen werde, ihre Gleichzeitigkeit zu erkennen.

Wenn dagegen nur das Gesteinsmaterial der durch einerlei Versteinerungen charakterisirten gleichzeitigen Ablager-

ungen sehr verschieden ist, wie das durch den S. 233 angedeuteten Fall sehr leicht geschehen kann, so nennt man solche gleichzeitige Bildungen **Parallelformationen**, **Parallelgebilde**, die jedoch stets auch als Aequivalente zu betrachten sind, und in demselben Sinne spricht man von **Parallelisirung** der Schichten oder Formationen, worunter nur die Gleichzeitigkeitserkennung überhaupt zu verstehen ist.

Aufserdem kann man häufig, besonders in den weit verbreiteten Meeresformationen, sowohl nach der Natur der Gesteine, als auch nach den eigenthümlichen Charakteren der Versteinerungen gewisse örtliche Unterschiede beobachten, welche, durch die Ungleichheiten des Meeresbodens, Strömungen, Nähe der Küsten u. s. w. hervorgerufen, in verticaler Richtung zuweilen sogar durch mächtige Schichtenreihen, selbst durch mehre Formationen hindurch gehen und dadurch den unveränderten Erdoberflächenzustand der betreffenden Gegend während der ganzen Periode ihrer Existenz andeuten. Der Schweizer **Grefsli** hat in seinen *observations géologiques sur le Jura Soleuroir* diese Unterschiede unter der Benennung **Facies** in die Wissenschaft eingeführt. **Grefsli** unterscheidet in der beschriebenen Localität zunächst

Facies der Küsten und
Facies des tiefen Meeres.

Die ersteren zerfallen wieder in

schlammige Facies und
Korallen-Facies,

die letzteren dagegen in

Facies des tiefen Meeres an steilen Küsten,
Facies der Strömungen und
pelagische Facies.

Diese sind sämmtlich schon durch die Natur der Versteinerungen erkennbar; anderwärts kommen aber auch Facies vor, welche offenbar von benachbarter vulkanischer oder plutonischer Thätigkeit herrühren und welche sich z. B. durch Tuffbildungen zu erkennen geben.

Das sind also gewissermafsen horizontale Unterabtheilungen von Formationen, wie die Formationsglieder verticale sind.

Der Begriff Formation kann natürlich nicht mathematisch genau bestimmt werden, und die Abgränzung der einzelnen Meeres-, Land- und Süfswasser-Formationen mufs nothwendig mehr oder weniger der individuellen Beurtheilung überlassen bleiben. Indessen ist doch eine grofse Anzahl besonders kenntlicher und auffallender Abschnitte in der allgemeinen Schichtenreihe des mittleren Europa vorhanden, die von allen Geognosten als solche anerkannt werden. Die auffallendsten derselben sind bedingt durch zwischen die Meeresablagerungen fallende Aufrichtungen und Erhebungen durch vulkanische Thätigkeit; aber gerade von ihnen läfst sich nicht erwarten, dafs sie allgemein, ja nicht einmal, dafs sie für die ganze Ausdehnung der Ablagerungen gültig sind, vielmehr werden sie sich immer von dem localen Wechsel vulkanischer Thätigkeit abhängig zeigen, so wie man denn auch eine überall gleichmäfsige Entwickelung der Flötzformationen *a priori* gar nicht erwarten kann.

3) In Gruppen vereinigen wir diejenigen Formationen, welche überhaupt oder wenigstens in gewissen Gegenden eine besondere Verwandtschaft mit einander zeigen, gewöhnlich zusammen vorkommen oder sich von den älteren und jüngeren Formationen schärfer abtrennen als unter sich.

Die von einigen Geognosten theils für Formation, theils für Gruppe gebrauchten Ausdrücke: System, Terrain oder Gebirge, können leicht zu Begriffsverwechselungen Veranlassung geben und scheinen defshalb nicht ganz passend. Die Eintheilung in Perioden, Epochen u. dergl. geht für eine geognostische zu sehr vom geologischen Standpuncte aus. Für Formationsglied braucht man auch den Ausdruck Etage.

§. 87. *Beispiel.* — Hier möge sich nun zur weiteren Erläuterung sogleich ein specielles aus der Wirklichkeit entlehntes Beispiel anschliefsen. Wir wollen die Lagerung der Schichtgesteine des Pariser Beckens, wie sie sich nach der zusammengedrängten Darstellung von Const. Prévost allerdings ideal, aber als möglichst naturgetreue Idee darstellt, einer weiteren Betrachtung und Eintheilung unterwerfen.

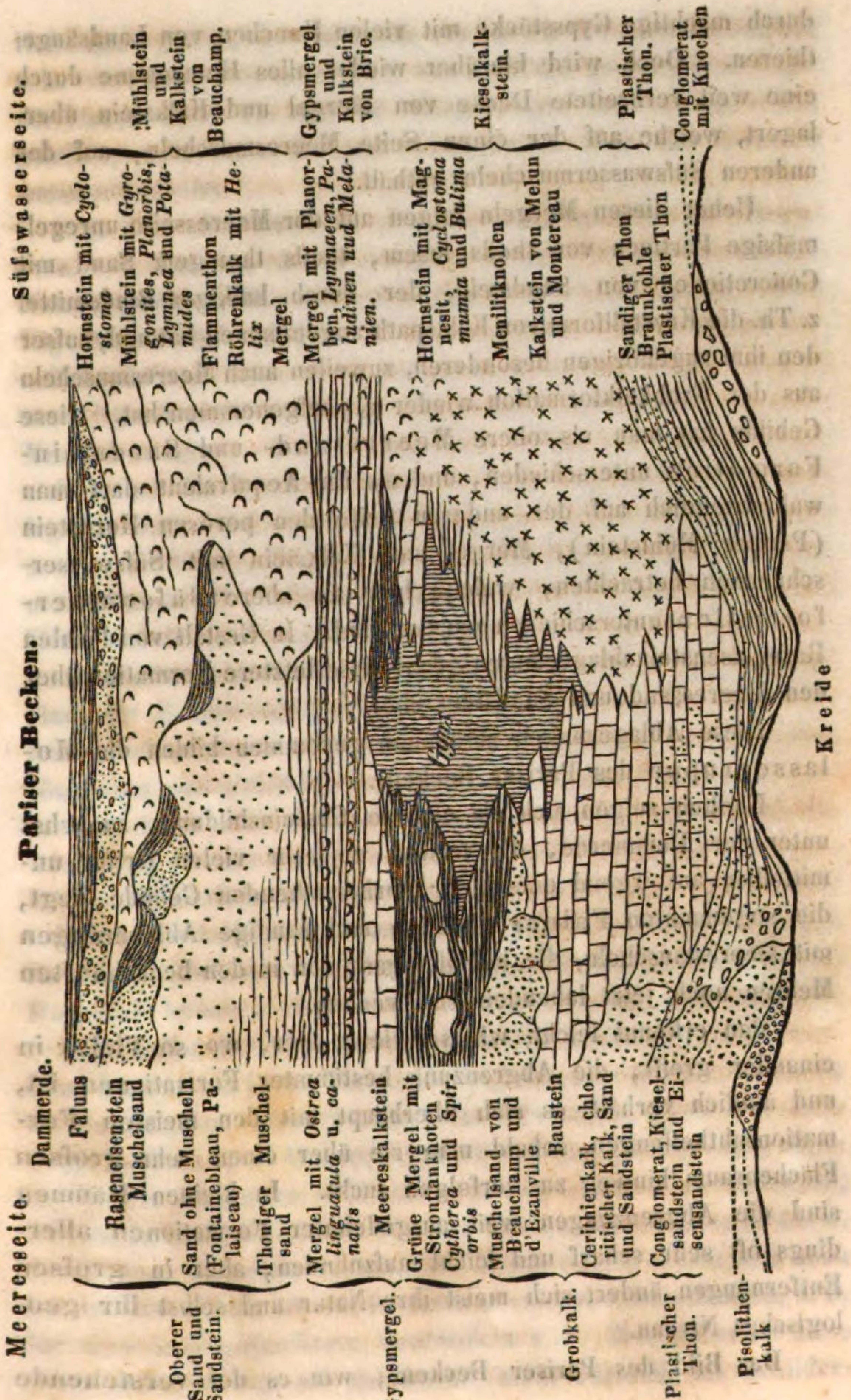
Es dürfte dieses Beispiel geeignet sein, die Lehre von den Flötzformationen überhaupt zu erläutern, da es in der

That die allgemeinsten Verhältnisse derselben, die Art und Weise, in welcher sie sich über die Erdoberfläche ausgebreitet finden, in einem kleinen Raume zusammengedrängt darstellt.

Die Unterlage des Pariser Beckens, welches sich von Tours bis Valenciennes ausdehnt, bildet überall weifse Kreide mit Feuersteinen, die sowohl an den Rändern, als auch in vielen Thaleinschnitten der inneren Region des Beckens hervortritt. In dieses sehr abgeschlossene Becken haben sich in verhältnifsmäfsig geologisch neuen Zeiten Meeres- und Süfswasser-Bildungen, theils über, theils neben einander gelagert, so dafs man rücksichtlich des letzteren Umstandes gewissermafsen eine Meeres- und eine Süfswasserseite des Beckens unterscheiden kann, welche letztere die kleinere und wahrscheinlich durch das Einströmen grofser Flüsse in diese verhältnifsmäfsig kleine und ziemlich abgeschlossene Meeresbucht zu erklären ist.

Auf der Meeresseite finden wir zunächst über der Kreide den Pisolithenkalk, einen Rogenstein mit Nummuliten, und gegenüber ungefähr als sein Aequivalent ein Conglomerat mit Knochen. Beide sind bedeckt von Thon mit Braunkohlen, die auf der Meeresseite in Sandstein und Conglomerat übergehen, aber dennoch unter der Benennung plastischer Thon zu einer Formation gerechnet werden und zwar zu einer Süfswasserformation mit Resten von Landpflanzen und Säugethieren, welche in unserer Tabelle der Braunkohlenformation entspricht.

Darüber folgt auf der Meeresseite die Grobkalkformation, bestehend aus chloritischem Sand, Sandstein und Kalkstein, eigentlichem Grobkalk (dem Baustein von Paris) und muschelreichem Sand, sämmtlich beladen mit unzähligen wohlerhaltenen Meeresmuscheln. Auf der Süfswasserseite lagert dagegen in diesem Niveau ein von vielen Kieselconcretionen durchzogener Kalkstein, sogenannter Kieselkalkstein, mit wenigen Meeres- und Süfswassermuscheln. Dieser reicht etwas höher hinauf als gegenüber der Grobkalk, zu dessen Formation aber von anderen Geologen auch noch die darüber folgenden grünen Mergel gerechnet werden. Der hierüber folgende Meereskalkstein und Mergel mit vielen Muscheln, sowie gegenüber der Kieselkalkstein, werden örtlich vertreten


Pariser Becken.
Meeresseite.
Süfswasserseite.
Dammerde.
Faluns
Raseneisenstein Muschelsand
Oberer Sand und Sandstein.
Sand ohne Muscheln (Fontainebleau, Palaiseau)
Thoniger Muschelsand
Gypsmergel.
Mergel mit Ostrea linguatula u. canalis
Meereskalkstein
Grüne Mergel mit Strontianknoten Cytherea und Spirorbis
Grobkalk.
Muschelsand von Beauchamp und d'Ezanville
Baustein
Cerithienkalk, chloritischer Kalk, Sand und Sandstein
Plastischer Thon.
Conglomerat, Kieselsandstein und Eisensandstein
Pisolithenkalk
Hornstein mit Cyclostoma
Mühlstein mit Gyrogonites, Planorbis, Lymnea und Potamides
Flammenthon
Röhrenkalk mit Helix
Mergel
Mühlstein und Kalkstein von Beauchamp.
Mergel mit Planorben, Lymnaeen, Paludinen und Melanien.
Gypsmergel und Kalkstein von Brie.
Hornstein mit Magnesit, Cyclostoma mumia und Bulima
Menilitknollen
Kieselkalkstein.
Kalkstein von Melun und Montereau
Sandiger Thon
Braunkohle
Plastischer Thon
Plastischer Thon.
Conglomerat mit Knochen
Gyps
Kreide

durch mächtige Gypsstöcke mit vielen Knochen von Landsäugethieren. Doch wird hierüber wieder alles Heterogene durch eine weit verbreitete Decke von Mergel und Kalkstein überlagert, welche auf der einen Seite Meeresmuscheln, auf der anderen Süfswassermuscheln enthält.

Ueber diesen Mergeln folgen auf der Meeresseite unregelmäfsige Partieen von theils losem, theils thonigem Sand mit Concretionen von Sandstein, der durch kalkiges Bindemittel z. Th. die Krystallform von Kalkspath angenommen hat und, aufser den ihm zugehörigen besonderen, zuweilen auch Meeresmuscheln aus der Grobkalkformation wieder mit aufgenommen hat. Diese Gebilde hat man als obere Meeressand- und Sandstein-Formation unterschieden, und als ihr Aequivalent darf man wahrscheinlich auf der anderen Seite den porösen Hornstein (Pariser Mühlstein), Mergel und Kalkstein mit Süfswasserschnecken betrachten, welche hier als obere Süfswasserformation unterschieden worden sind. In Gestalt von localen Raseneisensteinablagerungen greift diese letztere Formation über den Meeressand und Sandstein über.

Diese Ablagerungen zusammen genommen bilden die Molassegruppe des Pariser Beckens.

Endlich zeigen sich als oberste Gesteinsbildung, zunächst unter der Dammerde, die freilich an sehr vielen Orten unmittelbar auf irgend einem der vorhergehenden Gebilde liegt, die sogenannten Faluns, kalkige und sandige Ablagerungen mit Meeresmuscheln, die beinahe ganz den in den benachbarten Meeren noch jetzt lebenden entsprechen.

Man erkennt leicht, wie schwierig hier, wo so Vieles in einander greift, die Abgrenzung bestimmter Formationen ist, und ähnlich verhält es sich überhaupt mit den meisten Formationsabtheilungen, sobald man sie über einen sehr grofsen Flächenraum hinweg zu verfolgen sucht. In kleinen Räumen sind die Abgrenzungen weit ausgedehnter Formationen allerdings oft sehr scharf und leicht aufzufinden, aber in grofsen Entfernungen ändert sich meist ihre Natur und selbst ihr geologisches Niveau.

Das Bild des Pariser Beckens, wie es der vorstehende

Holzschnitt giebt, ist natürlich ein durch Zusammendrängung sehr verzerrtes; es stellt dar, wie sich die gegenseitige Lage der einzelnen, z. Th. isolirten Ablagerungen ungefähr gestalten würden, wenn man sie von zwei Seiten nach der Mitte zu zusammenschöbe.

§. 88. *Benennung der Formationen und Gruppen.* — Man hat den Formationen und Gruppen besondere Namen gegeben, die man nach irgend einer hervorstechenden Eigenthümlichkeit wählte, z. B. nach dem vorherrschendsten, auffallendsten, oder dem technisch anwendbarsten Gesteine nach irgend einer wichtigen Oertlichkeit oder nach gewissen Versteinerungen, die sie enthalten. Fast am beſsten haben sich jedoch die Namen bewährt, die von Provinzialbenennungen irgend eines auffallenden Gesteines entlehnt waren (Grauwacke, Zechstein, Keuper, Lias und Pläner), da sie durch ihre anscheinende Bedeutungslosigkeit von den Fortschritten der Wissenschaft unabhängig sind und leicht in jeder Sprache als neue Wörter angenommen werden können. Sehr schwankend sind die Benennungen der Formationen, wie der Gesteine, nach vorherrschenden Farben, da diese durchaus nicht in allen Gegenden sich gleich bleiben. Kein Formationsname, möge er gebildet sein, wie er wolle, kann zugleich eine mineralogische Beziehung für alle einzelnen Schichten und Localitäten andeuten. Die Muschelkalkformation enthält z. B. eine Menge Kalkschichten ohne Muscheln, ja sogar einzelne Schichten, welche nicht einmal Kalksteine sind, sondern Dolomit, Gyps, Steinsalz, Thon u. s. w. Dagegen kommen in anderen Formationen oft sehr muschelreiche Kalksteine vor, welche nicht Muschelkalk genannt werden dürfen, um keine Verwechselung mit dem Formationsnamen zu veranlassen. Die Quadersandsteinformation besteht keineswegs in allen ihren Gliedern und überall aus quaderförmig abgesondertem Sandsteine, es kommen auch dünnschieferige Sandsteine, Thonschichten, schieferige Mergelschichten, Kalksteinlagen u. s. w. darin vor. Aehnliche scheinbare Widersprüche lassen sich noch für mehre andere übliche Formationsbenennungen auffinden, z. B. für den bunten Sandstein, Grobkalk u. s. w. Man muſs aber diese Benennungen eben nur als Namen, nicht zugleich als Schilder-

ungen betrachten. Früher unterschied man ganz allgemein Uebergangsgebirge, Flötzgebirge oder Secundär- und Tertiärgebirge. Auch diese Bezeichnungen sind nach ihrer Wortbedeutung nicht mehr ganz richtig, denn die ersteren bilden keinen wahren Uebergang; Flötzgebirge sind im Grunde alle Schichtgesteine; was zweite (secundäre) oder dritte (tertiäre) Bildung sei, ist nicht füglich zu bestimmen. Aber dennoch werden diese Ausdrücke, besonders der letztere, immer noch häufig gebraucht.

Grofs ist der Mifsbrauch, den man in neuerer Zeit von einigen Seiten mit Einführung englischer Formationsbezeichnungen in die deutsche Geognosie und für deutsche Schichten treibt; nicht nur sind die von englischen Geologen z. Th. mit ganz gutem Grunde eingeführten Benennungen von Formationsgliedern für deutsche Zungen fast unaussprechbar, wie *Llandeilo-Flags*, sondern man ist dazu auch noch in den Fehler verfallen, für beinahe alle einzelnen englischen Glieder, die doch z. Th. auch dort nur local entwickelt sind, in Deutschland ganz entsprechende Parallelgebilde zu suchen und mit Gewalt zu finden. Für einzelne Formationsglieder oder Facies sind die Benennungen nach Versteinerungen (Leitmuscheln) oft sehr passend.

Dagegen darf man einen anderen Gebrauch, der leicht wie eine Nachlässigkeit des Ausdruckes erscheinen kann, keineswegs verwerfen, da er sehr zur Kürze beiträgt und schleppende Wortbildung umgeht, ich meine die Abkürzung der Formationsnamen, wenn man z. B. für Kreideformation blos Kreide, für Quadersandstein blos Quader, für Liasformation blos Lias u. s. w. schreibt und spricht.

§. 89. *Reihe der Gruppen und Formationen.* — Nachdem ich im Vorstehenden ein Bild von der allgemeinen Natur und Lagerungsweise der Schichtgesteine zu geben versucht habe, glaube ich mich nun rücksichtlich ihrer speciellen factischen Gliederung und Anordnung vorzugsweise auf die zugehörige tabellarische Darstellung der Reihenfolge der Schichtgesteine berufen zu können, der noch eine allgemeine Darstellung beigefügt ist. Zu diesen Tabellen werden, wie ich glaube, nur noch einige wenige allgemeine, z. Th. erläuternde Bemerkungen nöthig sein.

Die einzelnen Glieder sind in der Reihenfolge von oben nach unten aufgezählt, so dafs sie in der Tabelle in derselben Ordnung über einander liegen wie in der Natur. Die Hauptzüge dieser Formationsgruppen sind in Europa folgende.

§. 90. *Alluvial- und Diluvialgebilde.* — Die Alluvialgebilde oder noch jetzt fortdauernden Gesteinsablagerungen aus Wasser bedecken auf dem Lande natürlich immer nur sehr kleine und zerstreut liegende Localitäten und üben nur selten einen merkbaren Einflufs auf die Oberflächengestaltung. Auf dem Meeresgrunde dagegen sind sie der Beobachtung unzugänglich.

Eine viel zusammenhängende Verbreitung zeigen die Diluvialgebilde.

Die erratischen Blöcke, welche aus Skandinavien stammen, sind über ganz Norddeutschland, das nördliche Rufsland, Dänemark, die Niederlande und Ostengland verbreitet; ähnliche Erscheinungen wiederholen sich südlich und nördlich von den Alpen ausgehend, sowie im Norden und Süden Amerikas.

Die aus sandigem Lehm, Sand und Kies bestehenden Anhäufungen der Löfsformation bedecken mit wenigen Unterbrechungen die ganze nordeuropäische Niederung (besonders Norddeutschland) und den Norden Asiens (Sibiriens), sie steigen an den Rändern der Gebirge bis zu Höhen von etwa 1000 Fufs empor und bilden vielfache Verzweigungen in die niederen Gegenden des europäischen Hochlandes, wo sie sich dann in den Höhlen und Spalten älterer Gesteine als Knochenbreccie, Höhlenschlamm und Bohnerz ganz eigenthümlich entwickelt und voll von Knochen grofser Säugethiere zeigen, während sie im Allgemeinen an organischen Resten arm sind.

Nach Darwin ist diese Formation auch im Süden Amerikas sehr mächtig und verbreitet (Jahrb. 1845. S. 614); ob sie aber der nordischen ganz contemporär sei, ist allerdings noch die Frage.

Die Benennung der Formation ist von dem sandigen Lehme oder Löfs des Rheinthales entlehnt und stammt von dem schwedischen Ausdruck: löfs, d. h. locker, oder von dem deutschen Worte ablösen. Die Formation bildet keine Berge und noch weniger Felsen, am häufigsten Ebenen oder flache Hügel,

die, jenachdem sie gerade aus Lehm, Sand oder Kies bestehen, fruchtbar, oder auch sehr steril sind.

Ob der Sand der afrikanischen Wüsten, die metallführenden Ablagerungen am Ural und manche andere sogenannte Seifengebirge hierzu zu rechnen seien, ist noch nicht zu bestimmen.

§. 91. *Molassegruppe.* — Die einzelnen Abtheilungen der Molassegruppe, die sogenannten Tertiärformationen, lassen sich nicht überall scharf sondern und noch weniger genau parallelisiren. Sie zeigen sich in Europa grofsentheils in isolirte Buchten oder Becken eingelagert, für die es schwer ist eine gemeinsame Eintheilungsscala aufzufinden. Lyell hat zu dem Ende die Procentirung der organischen Reste vorgeschlagen, d. h. man soll untersuchen, wie viel Procent noch lebende Arten unter den Versteinerungen gefunden werden, und je nach Uebereinstimmung oder Abweichung der Procentzahlen die Schichten als parallel oder äquivalent betrachten, als älter oder jünger bestimmen.

Er unterschied auf diese Weise z. B.

pliocene Schichten mit 35—100%,
miocene Schichten mit 17—35% und
eocene Schichten mit 4—17%

lebenden Arten unter den ausgestorbenen. Eine solche Eintheilung kann aber natürlich nur für gleichartige Ablagerungen oder Facies, z. B. für solche mit Thieren der tiefen Ufer, der Korallenküsten und dergl., gelten. Land- und Meeresformationen lassen sich auf diese Weise schwerlich vergleichen; auch ist diese Eintheilung in der Anwendung oft sehr schwierig oder mangelhaft, weil man nicht leicht alle fossil vorkommenden Arten einer Schicht genau kennen und bestimmen kann, und weil auch die Vergleichung mit den lebenden manchmal etwas schwankend bleibt.

In den Alpen ist die Mächtigkeit und Verbreitung der Molassegebilde viel bedeutender und zusammenhängender, als im übrigen Europa; deshalb ist von ihnen auch die Benennung für die ganze Gruppe entlehnt, die sich ursprünglich auf den feinen, grauen, mit Nagelflühe wechselnden Sandstein (Molassesandstein) des nördlichen Alpenrandes bezieht. Die ältere Benennung: Tertiärformationen erscheint mindestens son-

derbar, wenn man nicht auch Primär- und Secundär-Formationen beibehält, während doch wenigstens die erstere Benennung nicht üblich ist.

In den Molassebildungen der Alpen lassen sich keine sehr gesonderten Formationen unterscheiden. Dagegen wiederholt sich anderwärts an sehr vielen Orten eine obere oder Süfswasserformation, unter welcher 1 bis 2 Meeresformationen, z. Th. aufserordentlich reich an Muscheln, theils sandig, theils kalkig (Grobkalk) liegen, und zu unterst zeigt sich vielfach eine Ablagerung mit Braunkohlen und deutlichen Landpflanzenresten; diese taucht besonders auch in der norddeutschen Ebene vielfach unmittelbar unter den Diluvialgebilden hervor und läfst dadurch ihre Stellung z. Th. zweifelhaft. Ob die unteren Braunkohlengebilde von den nummuliten- und melonitenreichen Kalksteinen, die vorzüglich im Süden Deutschlands und Frankreichs auftreten, unterlagert werden, oder ob die letzteren als marine Aequivalente derselben zu betrachten sind, ist unsicher. (Vergl. Seite 243.)

Interessant und gewifs von den eigenthümlichen Oberflächengestaltungsverhältnissen abhängig ist es, dafs viele grofse Hauptstädte ziemlich im Mittelpunkte von Molassebecken liegen, z. B. Paris, London, Mainz, Wien, Warschau.

Mit den Molassegebilden sind viele Basalteruptionen als gleichzeitig zu betrachten; auch sind dieselben nicht ohne Einwirkung auf die localen Gesteinsbildungen geblieben, und dadurch sind die Trappsandsteine der östlichen Alpen, die versteinerungsreichen Basalttuffe des Ronkathales in Oberitalien und die in Nordböhmen, sowie überhaupt viele Conglomerate dieser Gruppe zu erklären.

§. 92. Die *Kreidegruppe* besteht zu oberst aus weifser Kreide, z. Th. mit Feuersteinen, darunter aus Mergeln und Sandsteinen, durchgängig mit Meeresthieren, und zu unterst in gewissen Localitäten aus mehr thonigen Ablagerungen mit Land- und Süfswassergeschöpfen. Nach den neuesten Untersuchungen Pillas hat man jedoch die fucoideenreichen Mergelkalk- und Sandsteinschichten des Alberese und Macigno als das den Küsten des mittelländischen Meeres eigenthümliche oberste Glied der Kreidegruppe, das noch über der weifsen Kreide liegt, zu betrachten,

welche letztere dort durch hippuriten- und nummulitenreiche Kalksteine vertreten wird. (*Comtes rendus de l'acad. d. sc.* 1845 N. 2.)

Von Portugal bis an den Libanon, von England und Schonen bis Algier sind vielfach mächtige und ausgedehnte Ablagerungen bekannt, welche dieser Gruppe angehören, und auch in Amerika ist sie nachgewiesen.

Die weifse Kreide, als obere Formation dieser Gruppe, im Falle nicht Macigno und Alberese darüber gehören, besteht fast nur aus Meeresgeschöpfen, das Gestein selbst nämlich aus mikroskopisch kleinen kalkigen Zoophytengehäusen, in welchen dann wieder viele gröfsere, z. Th. in Feuerstein umgewandelte Meeresthierreste inne liegen. Der Mittelpunkt ihrer Entwickelung liegt offenbar in der Gegend der Meerenge von Calais, deren weifse Felsen zu beiden Seiten daraus bestehen; von da aus verbreitet sie sich über das südöstliche England, über einen grofsen Theil von Frankreich, durch die Niederlande nach Dänemark und noch etwas an den Küsten der Ostsee entlang, wo die Insel Rügen ein hervorragendes Beispiel derselben liefert.

Die unbedeckte Kreide bildet unfruchtbare, beinah sterile Berge und, wenn sie grofse Flächenräume einnimmt, öde Gegenden.

Ob Kreidemergel und Pläner als unter sich parallel zu betrachten seien oder letzterer mehr dem Gault entspricht, ist noch unsicher; man hat den letzteren in Sachsen so genannt wegen seiner dünnen Schichtung, die dem Maurer lauter dünne Platten, „Pläner", liefert; auch er besteht nach Ehrenberg's neuesten Untersuchungen gröfstentheils aus mikroskopischen Thierschalen.

Der Grünsand der Engländer und der Quadersand Sachsens, letzterer wegen seiner quaderförmigen Absonderung so genannt, sind im Allgemeinen jedenfalls sich parallel, nur die Vergleichung ihrer speciellen Abtheilungen ist noch etwas unsicher. Beide bilden gleichmäfsig die romantischen Felspartieen von Adersbach, Oybin bei Zittau, Tetschen, Schandau, Pirna, Regenstein bei Blankenberg am Harze, die Exetersteine, sowie die grauen Felsen in Süd-Sussex und auf der Insel Wight.

Wie die fischreichen Schiefer von Glaris, die dieser Gruppe angehörigen Sandsteine, sandigen Schiefer und Kalk-

steine der Alpen überhaupt, die mächtige Sandsteinablagerung der Karpathen, sowie der vielleicht jüngere Macigno Italiens und die Kreidegebilde an den Küsten des mittelländischen Meeres mit der sehr genau bekannten englischen Gliederung speciell zu parallelisiren seien, diese Frage zu beantworten ist noch eine Aufgabe für die Zukunft.

Die Waldformation, in England Wealden oder Wälderthon genannt, ist eine locale Sumpf- oder Süſswasserbildung, welche in der Schweiz durch die kalkigen und mergeligen Schichten des Neocomien als marines Aequivalent vertreten sein dürfte. Beide treten nicht in groſser Ausdehnung und nicht einfluſsreich an die Oberfläche hervor, falls nicht, wie neuere Entdeckungen andeuten, die Faulhorn-Gesteine hierzu zu rechnen sind. (Jahrbuch 1845. S. 708.)

§. 93. Die *Juragruppe* gehört, wie es scheint, wesentlich dem mittleren Europa an, sie enthält fast nur rein meerische Ablagerungen (mit Ausnahme von Yorkshire in England), und die beiden Formationen derselben sind wesentlich nur wenig unterschieden, obwohl gewöhnlich sehr auffallend durch Färbung und Textur der Gesteine. In der Juraformation herrschen hellfarbige, dichte Kalksteine, oft oolithisch (seltener Dolomit mit Höhlen), etwas Thon und eisenschüssiger Sandstein, sogar in Eisenrogenstein übergehend, in der Liasformation dagegen dunkle bituminöse kalkige Schiefer, dichte Kalksteine und ebenfalls oft eisenschüssige Sandsteine.

Beide Formationen zusammen umgeben in West-Deutschland und Ost-Frankreich eine ehemalige Halbinsel und umkreisen, von da auslaufend, zugleich drei groſse vorweltliche Becken, eines, welches Paris und London vereint, eines, in welchem sich jetzt die Alpen erheben, und ein nördliches zwischen Westphalen, Schonen und Polen.

Der Lias spielt dabei nach L. v. Buch's geistreicher Bezeichnung fast überall die Rolle eines ausgebreiteten Teppichs, auf welchem sich oft der Jura mit pittoresken Kalk- oder Dolomitfelsen steil erhebt.

Beide Formationen sind mit vielen, z. Th. schönen Resten von Meeresbewohnern erfüllt, unter denen Belemniten, Ammoniten,

Fische und Saurier die wichtigste Rolle spielen, Zoophyten sind mehr local vertheilt, bilden aber manchmal wahre Korallenriffe.

Die Benennung Juraformation ist von dem Juragebirge entlehnt, wo man dieselbe zuerst kennen lernte, Lias kommt von dem englischen Worte: *Layers* (Lager). Man nennt diese Gruppe auch Oolith-Gruppe wegen der oft darin vorkommenden Rogensteine.

§. 94. Die *Triasgruppe* gehört vorzugsweise dem westlichen Deutschland und dem östlichen Frankreich an, erreicht wenigstens sicher hier in den Rheinländern das Maximum ihrer Entwickelung. Von da verzweigt sie sich nach dem südlichen Frankreich, in die Alpen und nach Polen. In England wird sie durch den oberen *New-red-Sandstone* vertreten und in Rufsland, wie es scheint, z. Th. durch den Kupfersandstein (das permische System), der aber wie der *New-red-Sandstone* zugleich tiefere Schichten repräsentirt. Die Benennung Trias wurde von Alberti gewählt, der dadurch das constante Zusammenvorkommen der 3 Formationen des Keupers, Muschelkalks und bunten Sandsteins bezeichnen wollte.

Die obere dieser Formationen, der Keuper, besteht vorherrschend aus Sandsteinen und bunten Mergeln, zuweilen mit Gyps. Er enthält selten Meeresmuscheln, häufiger Landpflanzenreste und in seiner untersten Region sogar schwache Kohlenflötze (Lettenkohle). Seine Verbreitung ist nicht grofs, sein Einflufs auf die Bodengestaltung gering, flachhügeliges Land am bezeichnendsten für ihn.

Der Muschelkalk, vorherrschend aus dichtem grauem Kalkstein bestehend, wie der Name sagt, oft reich an Meeresmuscheln, ist für Deutschland besonders wichtig durch seine Salzführung. Zwischen seinen oberen und unteren Kalksteingliedern enthält er nämlich häufig Einlagerungen von Thon, Gyps und Steinsalz, die z. B. in Würtemberg zu vielen Salinen Veranlassung gegeben haben. Auch in Thüringen kennt man bei Stotterheim dieses Glied. Bei Tarnowitz in Schlesien scheint dasselbe durch eisen-, blei- und galmeihaltige Dolomite und Kalksteine vertreten zu sein.

Der eigentliche Muschelkalkstein und namentlich der untere oder Wellenkalk bildet oft steile, zuweilen romantische,

aber sehr sterile Thalgehänge oder Bergrücken, auf seinen flachen Plateaus dagegen fruchtbare Gegenden, so an der Saale zwischen Jena und Naumburg, bei Berke und Sondershausen in Thüringen, bei Meiningen und von da an der Werra aufwärts, vielfach in Franken und Schwaben.

Der bunte Sandstein, vom Muschelkalk durch bunte, zuweilen Gyps, sowie auch Salz führende Schieferthone getrennt besteht ganz vorherrschend aus röthlichem, gelblichem, seltener ganz weifsem, oft geflecktem oder geadertem feinem Sandstein. Sehr arm an organischen Resten, zeichnet er sich jedoch durch die darin entdeckten, wahrscheinlich von grofsen Sauriern herrührenden Thierfährten aus. Man fand sie zuerst bei Hildburghausen, dann bei Culmbach, Jena und Kissingen; verbindet man diese Orte, so wird sich später vielleicht eine ehemalige Küstenlinie daraus ableiten lassen. Aufserdem enthält der bunte Sandstein nur einige Landpflanzenreste und wenige Meeresmuscheln, von denen letztere denen der Muschelkalkformation entsprechen, beide aber nur local sind. Er bildet bergige, ja sogar gebirgige Gegenden von mittlerer Fruchtbarkeit (Spessart, Odenwald, Vogesen, Schwarzwald), seltener piteoreske Felspartieen, wie z. B. im Anweiler Thale. In den Vogesen hat man den unteren Theil als Vogesensandstein davon unterschieden.

§. 95. *Beispiel.* — Die Gliederung der Flötzgebirge Würtembergs vom Jurakalk bis zum bunten Sandstein ist durch Quenstedt 1843 etwas vollständiger als in meiner tabellarischen Beilage gegeben worden; sie mag deshalb hier als Nachtrag und zugleich als Beispiel einer recht regelmäfsigen Uebereinanderlagerung folgen.

A. Juragruppe.

a) Weifser Jurakalk.

1) Krebsscheerenkalkplatten, entsprechend dem Solenhofener Kalkschiefer, bezeichnet durch Krebsscheeren, Fischschuppen, Lumbricaria gordialis, Ammoniten, Aptychen, Terebrateln, Myaciten, Trigonien, Pentacriniten u. s. w.

2) Blaue versteinerungsarme Thone.

3) Plumpe Felsenkalke, dem Coralrag entsprechend. Die

oberen Lagen sind kieselig und enthalten sehr viele Versteinerungen, besonders Korallen, Crinoideen und Echinodermen. Ferner Meeresmuscheln, Fisch- und Saurierreste.

4) Mächtige zuckerartige Dolomitbänke.

5) Dichte Kalksteine mit Terebratula trilobata und insignis.

6) Regelmäfsige, etwas oolithische Kalkbänke mit Belemniten.

7) Spongitenlager, von blauem Mergelkalk umschlossen, mit sehr vielen Korallen und Strahlthieren, so wie ein- und zweischaligen Mollusken.

8) Wohlgeschichtete Kalkbänke mit Ammonites flexuosus und planulatus.

9) Impressakalk. Graue Thonmergel mit festen Kalkmergelbänken, darin besonders Terebratula impressa und Ammoniten.

b) Brauner Jura.

10) Ornatenthon, mit sehr vielen Ammoniten, besonders aus der Abtheilung der Ornaten.

11) Eisenoolithe und Thone, mit vielen Ammoniten, Belemnites canaliculatus und Terebrateln. Im Thon auch viele andere Muscheln.

12) Graublaue mergelige Kalksteine, sehr reich an Versteinerungen, Saurien, Ammoniten und Muscheln.

13) Thon mit Belemnites giganteus.

14) Blaue Kalksteine, z. Th. mergelig mit Myaciten, Trigonien, Gervillien, Isocardien, Cidaritenstacheln und Serpulen.

15) Braune Sandsteine mit Eisenerzen. Mit Fischzähnen, Saurierresten, Ammoniten, Nautilen, Pecten, Ostrea, Avicula, Gervillia u. s. w.

16) Opalinusthon, bezeichnet durch Ammonites opalinus und Trigonia navis.

17) Mächtige petrefactenarme Thone, mit einzelnen Ammoniten und Belemniten. In der untersten Lage nehmen die Versteinerungen wieder zu.

c) Schwarzer Jura.

18) Jurensismergel, bezeichnet durch Ammonites jurensis, aufserdem durch Belemniten und Cyathophyllen.

19) Posidonienschiefer, bezeichnet durch Posidonia Bronnii, aufserdem durch viele Fischreste, Ichthyosaurier, Teleosaurier, Krebse, Loligo Bollensis, Ammoniten, Bivalven, Fucoideen und Landpflanzen.

20) Amaltheenthon, mit vielen Ammoniten, besonder Ammonites amaltheus, aufserdem mit Belemniten, Plagiostomen, Terebrateln, Pentacriniten u. s. w., gegen unten weniger reich an Versteinerungen.

21) Numismalismergel, harte Steinmergel, darin Ammoniten, Belemniten und Inoceramen, sowie weichere Mergellagen mit vielen verkiesten Muscheln, unter denen sich Terebratula numismalis besonders auszeichnet.

22) Turnerithon. Der obere Theil hart und reich an Muscheln, besonders an Ammoniten und Gryphea cymbium. Darunter harte Kalkmergel mit vielen Terebrateln und zu unterst mächtige Thone mit einzelnen Ammoniten, besonders mit Ammonites Turneri.

23) Sand und Thonkalke. Mit vielen Ammoniten, Terebrateln und anderen Bivalven.

B. Triasgruppe.

a) Keuper.

24) Gelbe harte Kalksteine mit sehr wenig Versteinerungen, z. B. Modiola minuta.

25) Fruchtbarer rother Thon.

26) Weifser Sandstein, mächtig, mit grellfarbigem Thon wechselnd, oft Kohlenbröckchen darin, auch Saurierknochen.

27) Kohlen.

28) Buntscheckige Mergel. Darin krystallisirte Sandsteine, Schwerspath, Thierfährten, selten Muschelreste.

29) Grüner und rothscheckiger Sandstein mit Kohlenschmitzen, darin viele Pflanzenabdrücke, besonders Calamites arenaceus, Equisetum columnare, Pterophyllum, Taeniopteris u. s. w.

30) Gyps oder statt dessen Mergel, der auch unter dem

Gyps fortsetzt und wenig Muscheln und Saurierknochen enthält.

b) Muschelkalk.

31) Flammendolomit und Kalkstein mit Posidonia minuta und einigen anderen Muscheln.

32) Lettenkohle mit Mastodonsaurus.

33) Grauer Sandstein mit Equiseten.

34) Hauptmuschelkalk, bestehend aus

Bonebed mit Koprolithen, Fisch- und Saurierresten,

Dolomit oder rauhem Kalkstein mit Pemphix Suerii und Fucus Heblii,

thonigen Kalkplatten, reich an Versteinerungen, z. B. Ammonites nodosus, Nautilus bidorsatus, Rhyncholithen, Terebratula vulgaris, Spirifer fragilis, Plagiostoma striatum, Pecten laevigatus, Gervillia socialis, Trigonia vulgaris, Encrinites liliiformis,

mächtigen Bänken von Schaum- und Stylolitenkalk, nach unten grau, rauh und kieselreich.

35) Salzgebirge, bestehend aus Zellenkalk, Gyps (Anhydrit), Thon und Salz, mit sparsamen Kalkbänken und arm an Versteinerungen.

36) Wellenkalk, dünne wulstige Mergelkalkplatten, oft leicht verwitternd, darin Trigonia vulgaris, orbicularis u. s. w.

37) Wellendolomit, oben thonig, mit vielen braunen Versteinerungen, besonders Ammonites Buchii, Nautilus bidorsatus, Melania Schlotheimii, Terebratula vulgaris, Plagiostoma lineatum, Gervillia socialis u. s. w., gegen unten in harte Dolomitplatten übergehend.

c) Bunter Sandstein.

38) Thonige Sandsteine mit rothem Letten, vielfach von Schwerspathgängen durchsetzt.

39) Kieselige Sandsteine, oft getigert, mit einzelnen gröfseren Geschieben.

Die darunter gehörigen Flötzformationen, so wie die oberen, fehlen in Schwaben fast gänzlich; diese beiden Gruppen liefern dagegen, wie diese Darstellung lehrt, ein sehr compli-

cirtes Beispiel lange auf einander folgender, meist ganz meerischer und ruhiger Ablagerungen.

§. 96. Die *Zechsteinformation* bildet in Deutschland wegen ihres Isolirtstehens eine besondere Gruppe, zeigt aber in dieser Selbständigkeit nur eine sehr geringe Verbreitung. Sie ist so ziemlich auf Mitteldeutschland beschränkt, und Thüringen als ihr Centralpunkt zu betrachten, von wo aus sie sich einerseits nach dem Rhein zu und andererseits nach Schlesien verzweigt. In England wird sie durch den *Magnesian-limestone* vertreten, welcher local in dem *New-red-Sandstone* eingelagert ist. In Rufsland hat man ihr neuerlich den Kupfersandstein des permischen Systemes z. Th. parallel gestellt.

In Deutschland besteht die Formation vorherrschend aus Stinkstein, mit Dolomit-, Gyps- und Salzstöcken und aus Kupferschiefer. Ihr Salz speist z. B. die Salinen Langenberg, Kösen, Dürrenberg, Artern und Salzungen. Der Kupferschiefer gab zu beträchtlichem Bergbau Veranlassung, theils durch seinen eigenen Kupfergehalt, wie im Mannsfeldischen und bei Ilmenau, theils durch die vielen ihn durchsetzenden und innerhalb seiner Region liegenden kupfer- oder kobaltreichen Gänge (Rücken) z. B. bei Kamsdorf, Glücksbrunn und Riegelsdorf; aber auch aufserdem zeigt sich die Formation erzreich, durch die sockförmigen Spath- und Brauneisensteinmassen, welche besonders am Südwestrande des Thüringer Waldes, bei Atterode an der Mommel und am Stahlberge darin lagern, ungefähr dem Gyps und Steinsalz anderer Gegenden entsprechend.

Die Benennung Zechstein kommt von Zeche (Grube), oder nach Anderen von zäch = zäh, fest. Sie wurde jedenfalls zuerst dem Mannsfeldischen Stinkstein von den dortigen Bergleuten beigelegt, entweder weil man ihn mit allen Schächten durchsinken mufste oder weil er sehr fest, zähe ist.

Die Dolomitmassen dieser Formation, auch Rauhkalk genannt, bilden zuweilen groteske, von Höhlen durchzogene Felsen (Altenstein, Pöfsneck) und scheinen z. Th. aus Korallenriffen entstanden zu sein.

Die Auswaschung der Salz- oder Gypsstöcke hat dagegen häufig Höhlen, Einsenkungen des Bodens und trichterförmige Erd-

fälle veranlafst, die selbst noch in dem darüber liegenden bunten Sandstein sichtbar sind (Salzungen, Elgersburg, südlicher Harzrand). Uebrigens zeichnen eine Muschelart, *Productus aculeatus*, und sehr viele Fischabdrücke diese rein meerische Formation aus. In ihr finden sich sehr vereinzelt die ersten Reptilien, welche tiefer hinab ganz fehlen.

§. 97. Die *Kohlengruppe*, aus 3 Formationen bestehend, von denen die beiden oberen nicht mariner Natur sind, zeigt sich über ganz Deutschland, Frankreich und England und wahrscheinlich noch viel weiter verbreitet, ist aber nicht zusammenhängend, sondern meist isolirt an Gebirge angelehnt, oder in beckenförmige Vertiefungen eingelagert.

Das Rothliegende als obere Formation derselben besteht in Deutschland vorherrschend aus groben Conglomeraten und Thonsteinen, welche ihre Entstehung als Folgen benachbarter porphyrischer Eruptionen nicht verleugnen können. Wo diese in seiner Nähe fehlen, da zeigt es auch eine weniger gewaltsame Zusammensetzung und ist z. B. in England als unterer Theil des *New-red-Sandstone* von dem der Triasgruppe entsprechenden oberen *New-red-Sandstone* nicht wesentlich verschieden.

Das Rothliegende umschliefst nur wenig organische Reste, meist verkieselte Baumstämme, seltener Blätterabdrücke. Wo es in Gebirge eintritt, wie am Thüringer Walde, da ist es auch in der Regel von Porphyren begleitet und bildet von Schluchten durchzogene, gerundete Berge.

Die Benennung kommt daher, dafs man bei dem Mannsfeldischen Kupferschieferbergbau als Liegendes die meist roth gefärbten Gesteine dieser Formation vorfand.

Die Steinkohlenformation, so wichtig durch die darin enthaltenen Steinkohlenlager, besteht aufser diesen, besonders aus grauem Kohlensandstein und dunkelgrauem Kohlenschiefer, welche beide oft Abdrücke von z. Th. baumförmigen Lycopodiaceen, Farrenkräutern, Equisetaceen u. s. w. umschliefsen. Die Zahl und Mächtigkeit der Kohlenlager ist an den einzelnen Localitäten sehr ungleich, die erstere steigt bis 150 und die Mächtigkeit der einzelnen Lager bis über 60 Fufs. Ver-

breitung an der Oberfläche und Einflufs auf die Bodengestaltung sind wegen der Weichheit der Gesteine meist gering; oft ist die Muldenform der Lagerung schon in der Oberflächengestaltung erkennbar.

Vielleicht ist die Formation von Gängen oder Klüften (Rücken, Wechseln), welche aber nur sehr selten etwas erzführend sind, durchsetzt oder verworfen.

Der Kohlenkalkstein (auch Bergkalk, metallführender Kalkstein u. s. w. genannt) gehört vorzugsweise England und den Niederlanden an, von da nur wenig in Deutschland und Frankreich eindringend. In England besteht die Formation vorherrschend aus dichtem Kalkstein mit vielen Producten und Crinoideen und aus dunklen Schiefern. Es ist eine reine Meeresformation, die vielleicht mit ebenso gutem Rechte zu der Grauwackengruppe gerechnet werden könnte. Zuweilen ist sie metallführend.

§. 98. Die *Grauwackengruppe* zeichnet sich in Deutschland durch eine gewisse petrographische Einförmigkeit aus, welche die Unterscheidung und Verfolgung einzelner Formationen in derselben sehr erschwert, fast ganz auf petrefactologische Studien beschränkt oder in der That aufhebt. Sie besteht nämlich hier überall aus mächtigen Anhäufungen von Thonschiefer, Grauwackenschiefer und Grauwackensandstein mit mehr vereinzelten Einlagerungen von Kalkstein, Kieselschiefer und Alaunschiefer. Auf diese Weise zusammengesetzt, tritt sie in sehr grofsen Gebieten auf, die sich gewöhnlich als abgeflachte Gebirgsmassen, von tiefen und sehr gewundenen Thälern durchzogen, erheben, nur hie und da von Massengesteinen, besonders Grünsteinen, durchsetzt und überragt. So am Harz, im Thüringer Walde, im Frankenwalde, im Fichtelgebirge, im Rheinischen Schiefergebirge, im Innern Böhmens, in Schlesien und in Steiermark. Die durchsetzenden Grünsteine erweisen sich zuweilen durch Versteinerungen führende Tuffe als von gleichem Alter mit der Grauwacke. Auch viele Erzgänge setzen in den deutschen Grauwackengebieten auf, so besonders am Harz, und stockförmige Massen von Eisenstein lagern darin (Vordernberg). Die Versteinerungen sind gröfstentheils Meeresgeschöpfe, unter denen sich die Trilobiten, Brachiopoden, Goniatiten und Orthoceratiten am meisten auszeichnen.

In England hat man dagegen sehr bestimmt mehre Formationen unterschieden, von denen die eine, der *Old-red-Sandstone* (Devonische Grauwacke) dort z. Th. sogar noch zur Kohlengruppe gerechnet wird. Es besteht derselbe aus braunrothen Conglomeraten, Sandsteinen und Mergeln mit Kalksteineinlagerungen.

Die mittlere oder silurische Grauwackenformation ist vorherrschend aus Sandsteinen und sandigen Schiefern, dunklem Thonschiefer und mächtigen Kalksteinlagern zusammengesetzt. Sie enthält, wie die obere Devonische, fast nur von Meeresthieren versteinerte Ueberreste.

Die untere oder Cambrische Grauwackenformation endlich besteht fast ganz aus Thon- und Grauwackenschiefer mit wenig Grauwackensandstein und ist beinah frei von organischen Resten.

Diese 3 Formationen durchziehen als mächtige, meist sehr aufgerichtete und oft zu Gebirgen erhobene Ablagerungen Frankreich und Spanien, Skandinavien und das ganze nördliche Rufsland bis zum Altai, finden sich sehr ausgebreitet wieder in Nordamerika und wahrscheinlich auch am Vorgebirge der guten Hoffnung, überall mit ähnlichen organischen Resten und selbst mit ähnlicher Gesteinsentwickelung.

In dem geologischen Abschnitte werden wir Gelegenheit haben, auf die Entwickelungsgeschichte der Flötzformationen zurückzukommen.

Schiefergesteine.

§. 99. *Allgemeines.* — Die hierzu gehörigen Gesteine sind meist Verbindungen von Silikaten mit Quarz. In der Regel herrscht ein Gestein in einem grofsen Gebiete vor, in welches dann zuweilen einige andere, ebenfalls Schiefergesteine, als untergeordnete Lagermassen eingebettet sind.

Zu den vorherrschenden oder Haupt-Gesteinen gehören namentlich Thonschiefer, Talkschiefer, Chloritschiefer, Itakolumit, Eisenglimmerschiefer, Glimmerschiefer, Kalkglimmerschiefer und Gneifs, zu den mehr untergeordneten Alaunschiefer, Kieselschiefer, Quarzschiefer, Graphitschiefer, Turmalinschiefer, Hornblendeschiefer, körniger Kalkstein, Dolomit,

Brauneisenstein, Magneteisenstein (?), Fleckschiefer, Knotenschiefer, Schalstein u. s. w.

Diese Gesteine liegen zwar in keiner constanten Reihenfolge nach bestimmten Gesetzen übereinander, eben so wenig als die einzelnen Gesteinsvarietäten der Schichtgesteine; aber dennoch beobachtet man in den meisten Fällen den Gneifs, also das am meisten krystallinische der Hauptschiefergesteine, mit seinen untergeordneten Begleitern zu unterst, darüber den Glimmerschiefer oder seine Vertreter, und zu oberst den versteinerungsleeren Thonschiefer, welcher sich oft an die Grauwackengruppe eng anschliefst. So ist z. B. die Lagerung im Erzgebirge, wo man deutlich diese 3 Hauptabtheilungen oder Hauptschiefergesteine mit ihren untergeordneten Einlagerungen über einander gelagert findet, ohne dafs sie jedoch überall scharf von einander zu trennen wären.

Auch die untergeordneten Einlagerungen sind zwar nicht streng an bestimmte Hauptgesteine gebunden, aber doch mit einer gewissen Auswahl vertheilt, und zuweilen unter einander zu mehrfach wiederkehrenden Gruppen, Formationen oder Gliedern verbunden, so dafs man dann sogar aus der Anwesenheit des einen auf die des anderen schliefsen kann.

Alle diese Gesteine enthalten keine ihnen oder ihrer Lagerungsstelle (ihrem Niveau) zugehörige Versteinerungen, weshalb denn auch für sie von einer Formationseintheilung, nach den bei den Schichtgesteinen angewendeten Principien, nicht die Rede sein kann. Sie enthalten in der Regel überhaupt keine organischen Reste, und nur ganz ausnahmsweise hat man in einem glimmerschieferähnlichen Gesteine der Alpen (S. 105 der Beilage) Belemniten gefunden, was in diesem Falle auf eine besondere Entstehungsweise dieses Gesteins in allerdings sehr neuer Periode hindeutet.

Im Allgemeinen schliefsen sich die Schiefergesteine eben so sehr den Massengesteinen, als den Schichtgesteinen an. Mit ersteren haben sie die mineralogische Zusammensetzung und den Mangel an Versteinerungen gemein, mit letzteren die Structur; denn abgesehen von der Schieferung, liegen sie gewöhnlich auch als plattenförmige Körper mehr oder weniger

parallel über einander und zeigen sogar in sich oft plattenförmige Absonderung, die sich der Schichtung vergleichen läfst. Es sind somit wahre Uebergangsgebilde, die diese Benennung weit mehr verdienen, als die Grauwackenglieder, welche man oft so zu nennen pflegt.

Die krystallinischen Schiefer finden sich in der Regel in Gebirgen, die Hauptmasse sehr vieler Gebirge besteht vorzugsweise aus ihnen, z. B. die des Erzgebirges, Riesengebirges, Böhmer Waldes, der Alpen, des Ural u. s. w. Die äufseren Formen, mit denen sie in den Gebirgen auftreten, hängen fast ganz von dem Grade der Erhebung derselben ab. Im Erzgebirge bilden sie flache Anhöhen, in den Alpen schroffe Felsspitzen, Nadeln. Ihre Schiefertextur ist oft ganz aufserordentlich gebogen und gewunden, überhaupt in der Regel gestörter als die der Schichtgesteine. Sehr oft zeigen sie auch durch parallele Fältelung bewirkten Linearparallelismus, der sich bei jenen fast nie findet. Sie werden ganz besonders häufig von Massengesteinen, Erz- und Mineralgängen durchsetzt, und einige der ersteren sind in gewissem Grade constante Begleiter derselben. Sie enthalten nur ganz ausnahmsweise Fragmente anderer Gesteine und verrathen sich überhaupt durch viele Umstände als sehr alt.

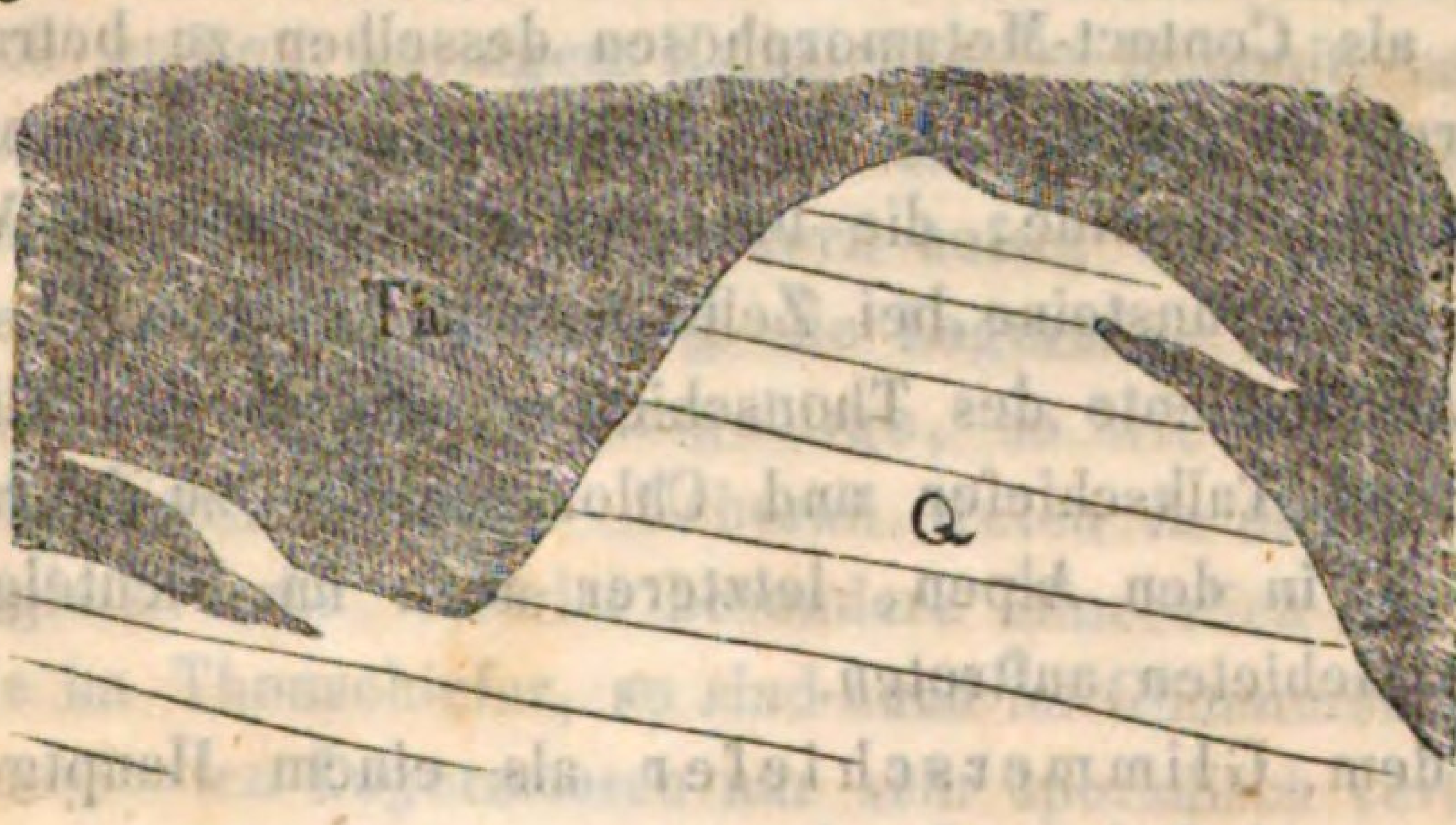
§. 100. *Verbindungsformeln oder untergeordnete Einlagerungen der Schiefergesteine.* — Die Schiefergesteine zeigen, wie die geschichteten, gewisse constant wiederkehrende Verbindungsformeln, und namentlich sind die untergeordneten Einlagerungen mit einiger Auswahl in die Hauptgesteine vertheilt.

Im versteinerungsleeren Thonschiefer, der in den meisten Fällen die oberste Abtheilung der Schiefergesteine bildet, finden sich als untergeordnet besonders häufig:

1) Der Schieferung parallel gestreckte Quarzwülste und Quarzschnüre, manchmal in durchsetzende Adern übergehend. Man sieht sie in ihm fast überall, sehr häufig z. B. bei Adorf in Sachsen.

2) Quarzschiefer, z. B. beim Tharander Kalkbruch, an der Jeschkengruppe bei Reichenberg. Er liegt nicht im-

mer vollkommen parallel im Thonschiefer, abweichend z. B. am rechten Ufer der Flöhe bei Falkenau in Sachsen, wo er in Glimmerschiefer übergeht. Seine Lagerung ist hier diese:



Th. = Thonschiefer. Q. = Quarz.

3) Kieselschiefer, z. B. bei Radewitz unweit Nossen, bei Lotzen unweit Wilsdruff.

4) Alaunschiefer, meist mit Kieselschiefer verbunden, z. B. bei Olbersdorf unweit Chemnitz und bei Reichenbach im Voigtland.

5) Brauneisenstein.

6) Feinkörniger Kalkstein oder Dolomit, z. B. bei Maxen, Tharand und Braunsdorf unweit Dresden, manchmal vielfach in dünnen Lagen mit dem Thonschiefer wechselnd. An einigen Orten scheinen diese Gesteine injectiv zu sein, vergl. §. 116.

7) Hornblendeschiefer, oft mit Granat und Magneteisenerz verbunden, könnte vielleicht z. Th. injectiv dazwischen gedrungen sein, z. B. bei Berggiefshübel in Sachsen.

8) Grünstein und Grünsteinschiefer gehören ebenfalls zu den sehr constanten, obwohl sicher erst später eingedrungenen Begleitern des Thonschiefers, den sie oft der Schieferung parallel durchsetzen, z. B. im Ebergrunde bei Tharand.

Diese untergeordneten Massen sind aber in die grofsen Gebiete des Thonschiefers meist nur sehr sporadisch eingestreut, die härteren derselben bringen oft vorstehende Felsrücken oder Kuppen hervor.

Fleckschiefer, Knotenschiefer, Chiastolithschiefer, Hornfels und Schalstein finden sich im versteinerungsleeren eben so wie im Grauwacken-Thonschiefer nur da, wo er mit Eruptivgesteinen in Berührung tritt, und sie sind deshalb höchst wahrscheinlich als Contact-Metamorphosen desselben zu betrachten. Die ersteren umgeben z. B. bei Falkenstein und Lengefeld in Sachsen Granitellipsoide, die letzteren den Granit bei Wesenstein und die Grünsteine bei Zelle unweit Nossen.

Als Aequivalente des Thonschiefers, sowie des Glimmerschiefers sind Talkschiefer und Chloritschiefer zu betrachten, welche z. B. in den Alpen, letzterer auch im Fichtelgebirge in grofsen Gebieten auftreten.

Mit dem Glimmerschiefer als einem Hauptgesteine sind sehr gewöhnlich verbunden:

1) Quarzwülste und Quarzschnüre, so häufig wie im Thonschiefer.

2) Quarzschiefer, z. B. bei Dittersdorf und Gehlenau unweit Zschopau und unweit Antonshütte bei Schwarzenberg, am letzteren Orte am Wassergraben mit etwas abweichender Lagerung.

3) Graphitschiefer, bei Arzberg im Fichtelgebirge, wo der benachbarte Glimmerschiefer z. Th. in Quarzschiefer übergeht und sehr viele kleine, meist zersetzte Eisenkieskrystalle enthält.

4) Turmalinschiefer am Auersberge bei Eibenstock.

5) Gneifs, vielfach durch etwas Feldspathbeimengung daraus hervorgehend.

6) Brauneisenstein, in den meisten Fällen freilich wohl durch Umwandlung aus Spatheisenstein entstanden, z. B. bei Arzberg in Baiern.

7) Hornblendeschiefer, z. B. bei Miltitz unweit Meifsen, bei Münchberg im Fichtelgebirge. Der Hornblendeschiefer ist sehr oft von körnigem Kalkstein begleitet.

8) Körniger Kalkstein, Cippolin und Dolomit, z. B. bei Zaunhaus unweit Altenberg und bei Scheibenberg im Erzgebirge, anderwärts allerdings wohl zum Theil als injectiv zu betrachten, an diesen Orten aber parallel eingelagert.

9) Hornblendefels, Granat und Magneteisenstein

werden wie die gewöhnlichen und die erzführenden Grünsteine z. B. bei Schwarzenberg, in der Regel als injective, wenn auch lagerförmige Massen zu betrachten sein, doch ist ihr vielfaches constantes Zusammenvorkommen unter sich und mit körnigem Kalkstein oder Dolomit, untergeordnet im Glimmerschiefer, nicht zu übersehen; sehr auffallende Beispiele hierfür liefern aufser der nächsten Umgegend von Schwarzenberg die Lagerzüge von Oberwiesenthal und Orpus im Erzgebirge, so wie viele scandinavische Vorkommnisse. Ueberall treten in diesen Gesteinen zugleich sehr vielerlei besondere Mineralien auf.

Wie im Thonschiefer, so sind auch im Glimmerschiefer diese untergeordneten Lagermassen nur sehr sporadisch vertheilt, und als Eruptivbildungen treten aufser den unter 9 genannten in seinem Gebiete besonders häufig auch Granit und Porphyr auf.

Als Aequivalente des Glimmerschiefers darf man den Talkschiefer, Talkkalkschiefer und Kalkglimmerschiefer der Alpen, den Itakolumit und Eisenglimmerschiefer Brasiliens betrachten.

Der Gneifs enthält als untergeordnet vorzugsweise:

1) Quarzwülste und Quarzschnüre.
2) Quarzschiefer, z. B. am Galgenberg bei Freiberg.
3) Glimmerschiefer, vielfach durch Verschwinden des Feldspathes bedingt.
4) Graphitschiefer, z. B. bei Passau an der Donau.
5) Hornblendeschiefer, sehr häufig bei Münchberg im Fichtelgebirge.
6) Felsitschiefer, übergehend in Granulit.
7) Viele besondere Gneifsvarietäten, z. B. Gneifs mit Epidot, Gneifs mit grünem Glimmer, Gneifs mit Hornblende (schieferigem Syenit) bei Münchberg und bei Broterode am Thüringer Walde. Gneifs mit Talk (schieferigem Protogin) vielfach in den Alpen. Dichroitgneifs an den Grenzen des Granulites bei Lunzenau und Rochsburg in Sachsen.
8) Brauneisenstein, wohl, wie im Glimmerschiefer, meist aus Spatheisenstein entstanden.
9) Körnigen Kalkstein und Dolomit bei Crottendorf und Oberwiesenthal im Erzgebirge mit sehr gewundener Textur,

vielleicht beinah eruptiv (Vergl. §. 116.). An einigen anderen Orten allerdings entschieden den Gneiſs durchsetzend. Auch diese untergeordneten Lagermassen sind in der Regel nur sporadisch vertheilt.

Als deutliche Eruptivbildungen treten in den Gneiſsgebieten am häufigsten Granite und Quarzporphyre auf, und aus der Grünsteingruppe am häufigsten die Eklogite und Serpentine. Diese Eruptivmassen sind im Gneiſs noch häufiger als im Glimmerschiefer und Thonschiefer von vielerlei Erzgängen begleitet.

Auch der Gneiſs selbst zeigt sich mehrfach entschieden eruptiv, so am Goldberg bei Goldkronach, wo er Thonschieferfragmente einschlieſst und bei Freiberg, wo er sich selbst gangförmig durchsetzt. Sein vollkommener Uebergang in Granit durch blose Texturänderung stimmt damit ganz überein, in mehren Gegenden, z. B. am Thüringer Walde, ist eine consequente Trennung beider Gesteine ganz unmöglich.

Aequivalente des Gneiſses sind namentlich die schon erwähnten Varietäten: schieferiger Protogin und schieferiger Syenit. Vielleicht darf man auch den Granulit hierzu rechnen.

§. 101. *Stellung der Schiefergesteine.* — Die krystallinischen Schiefergesteine finden sich am häufigsten als Unterlage oder Boden der Flötzformationen, mit deren untersten Bildungen sie durch den Thonschiefer sehr verwandt sind; zugleich bilden sie gewöhnlich die vielfach durchbrochene Decke von granitischen oder porphyrischen Gebirgskernen, denen sie wieder durch den Gneiſs sich innig anschlieſsen.

Ausnahmsweise findet man sie jedoch auch in anderer Lagerung, so das hornblendehaltige Gneiſs- und Glimmerschieferellipsoid der Gegend von Münchberg, ringsum deutlich auf Grauwacke lagernd, den Gneiſs und Glimmerschiefer am Südwestrande des Thüringer Waldes, mehrfach über und in die Zechsteinformation hinein geschoben, den Gneiſs bei Radeberg unweit Dresden und den Glimmerschiefer am Aargletscher, in Gestalt groſser Schollen im Granit liegend, der ihn zugleich im Kleinen gangförmig durchsetzt.

Sehr schwierig ist oft die Trennung des versteinerungsleeren, zu den krystallinischen Schiefergesteinen zu rechnen-

den Thonschiefers von dem unmittelbar darauf lagernden Grauwackenthonschiefer. Als unterscheidende Merkmale des ersteren kann man indessen gewöhnlich betrachten: den innigeren, krystallinischeren Verband erkennbarer Glimmertheile, die häufige feine Linearfältelung und die sehr oft eingemengten accessorischen Mineralien, z. B. Granat, Feldspath, Magneteisenerz, Hornblende, Talk u. s. w. Doch könnten diese z. Th. auch Folgen von Contactwirkung sein, wie das bei dem Chiastolith im Grauwackenschiefer am Rande des Granites bei Gefrees im Fichtelgebirge sicher der Fall ist. Die Grauwackenthonschiefer sind in der Regel erdiger und werden nur selten auf grofse Ausdehnung ohne Abwechselung mit Grauwackensandstein gefunden, wenn sie auch zuweilen weit und breit keine Versteinerungen enthalten wie in der Lausitz.

Ueber die etwas zweifelhafte Entstehung der Schiefergesteine folgt später ein besonderer Paragraph.

Massengesteine.

§. 102. *Allgemeines.* — Die krystallinischen Massengesteine, auch plutonische oder eruptive genannt, bestehen z. Th. aus Verbindungen von Silicaten (Felsit, Phengit-Glimmer, Hornblende u. dergl.) mit Quarz, z. Th. aus Silicaten (Felsit, Aster-Glimmer, Hornblende, Augit, Leuzit u. s. w.) ohne Quarz. Diese Verschiedenheit der Zusammensetzungsweise scheint in der That von gröfserer Wichtigkeit zu sein, als man bisher gewöhnlich geglaubt hat. Nicht nur ist das Zusammenvorkommen freier Kieselerde mit zum Theil sehr leichtflüssigen und z. Th. keinesweges auf ihrer höchsten Silicatstufe befindlichen Mineralien nur schwer zu vereinigen mit der Annahme eines einst heifsflüssigen Zustandes jener ersteren Gesteine, sondern es kommt dazu auch noch der besondere Umstand, dafs dieselben Massengesteine, welche Quarz als Gemengtheil enthalten, sich gröfstentheils frei zeigen von blasigen oder verglasten Zuständen, sowie von Tuffbildungen und deutlichen Hitzeinwirkungen auf die von ihnen durchsetzten älteren Gesteine, während auf der anderen Seite die quarzfreien Gesteine ganz in der Regel auch blasig oder mandel-

steinartig und mit an ihren älteren Nachbarn sehr erkennbaren Hitzeinwirkungen verbunden sind. Jene enthalten nie Augit und nur selten Asterglimmer, diese führen dagegen nach Breithaupt's Beobachtungen nie Pechmatit und wahrscheinlich auch keinen Phengit als Gemengtheil. Deshalb habe ich in der nachfolgenden Uebersicht die quarzführenden von den quarzfreien Gesteinen getrennt, um dadurch eine leichtere Vergleichung der gegenseitigen Erscheinungen möglich zu machen. Nichts desto weniger bleibt die eruptive Natur auch der quarzführenden Massengesteine etwas Erwiesenes und ihr einst heifsflüssiger Zustand etwas noch nicht Widerlegtes, wofür sich vielmehr viele Umstände als Gründe anführen lassen.

Man hat, seitdem Werner's Altersbestimmungen als z. Th. unrichtig erkannt worden waren, die krystallinischen Massengesteine gewöhnlich als solche betrachtet, deren relatives Alter sehr inconstant sei und deren jedes beinah allen geologischen Perioden angehören könne. Deshalb nannte man sie abnorme Gesteine. Diese Ansicht dürfte aber wenigstens eben so irrig sein, als Werner's Altersscala. Die Eruptivgesteine der verschiedenen Perioden sind sicher constant verschieden, aber sie sind in dieser Beziehung noch nicht hinreichend bekannt. Sie verdienen deshalb rücksichtlich ihres relativen Alters eine weit sorgfältigere Untersuchung, als ihnen bisher zu Theil geworden ist, wobei besonders auf das Verhalten der von ihnen herrührenden Geschiebe in den Flötzformationen, der von ihnen eingeschlossenen Bruchstücke durchsetzter und oft zugleich mechanisch oder chemisch umgeänderter Gesteine und der mit ihnen contemporären Tuffbildungen Rücksicht zn nehmen sein wird. Durch unbefangene und sorgfältige Untersuchungen in diesem Sinne werden sich viele Vorurtheile berichtigen und wird sich gewifs eine ziemlich consequente Altersreihe derselben auffinden lassen. Noch niemals hat man z. B. ein Geschiebe von wahrem Basalt, Dolerit oder Leuzitfels in älteren Schichten als solchen der Molassegruppe gefunden. Freilich darf man nicht erwarten, für jede Gesteinsmodification eine besondere Altersstufe, für jedes Gestein einen eng begrenzten Zeitraum seines Hervortretens aufzufinden, wie denn auch die La-

ven der thätigen Vulkane, als Beispiele gegenwärtiger Entstehung von Eruptivgesteinen, sich in denselben Zeiträumen nicht ganz gleich sind, und umgekehrt in dem sehr langen Zeitraume der vulkanischen Thätigkeit überhaupt, sich mehrfach ganz gleichartig wiederholt haben.

Die in dieser Beziehung vielfach bestehenden Vorurtheile mögen durch zwei Beispiele näher angedeutet werden. Viele Geologen schreiben der heifsflüssigen, oder wenigstens weichen, Eruption des Granites der Alpen die Erhebung dieses Gebirges zu, und dennoch finden sich von demselben Granit deutliche Geschiebe in der miterhobenen Nagelflühe, woraus doch ganz sicher hervorgeht, dafs dieser Granit früher fest war, als die Erhebung erfolgte. Eben so hat man eine Zeit lang den Granit bei Hohnstein und Meifsen in Sachsen, welcher Jurakalk, Quadersandstein und Pläner überlagert, für heifsflüssig darüber geflossen gehalten, während doch später Geschiebe von ihm an denselben Stellen in diesen Formationen gefunden wurden, so dafs also durchaus nur von einer Ueberschiebung desselben im festen Zustande die Rede sein kann.

Da solche Irrthümer sehr leicht entstehen können und oft schwer zu erkennen, noch schwerer aber aus den Lehrbüchern zu entfernen sind, so ist bei Bestimmung des relativen Alters der Massengesteine die gröfste Vorsicht, ich möchte sagen, das gröfste Mifstrauen nöthig. Lieber möge es unbestimmt bleiben als vorläufig falsch bestimmt werden.

Die eruptive, z. Th. nur injective Natur aller in diese Abtheilung gerechneten Gesteine ist, wie erwähnt, als erwiesen zu betrachten, nämlich durch die Gestalten, mit denen sie zwischen anderen Gesteinen auftreten, durch die Zerbrechung, Biegung und Aufrichtung, die sie in angrenzenden Schiefer- oder Schichtgesteinen hervorgebracht haben, und durch die Fragmente der letzteren, welche sie vielfach umschlossen und sogar in höhere Niveaus getragen haben. Von allen diesen Umständen werden die nachfolgenden Paragraphen einzelne Beispiele vorführen. Da diese Gesteine eruptiv sind, so kann es auch gar nicht befremden, dafs die Orte ihres Hervortretens

in der Regel durch Erhebung über das gewöhnliche Niveau d. h. durch Berge oder Gebirge bezeichnet sind.

§. 103. *Verbindungsformeln der Massengesteine.* — Auch bei den Massengesteinen begegnen wir wieder bestimmten Verbindungsformeln. In den dadurch gebildeten zusammengehörigen Gruppen oder Formationen zeichnet sich immer ein Hauptgestein, welches als Grundtypus, als eigenthümlichster Kern der jedesmaligen Eruption zu betrachten ist, durch Frische oder vorzugsweise krystallinische Natur aus, und dieses ist dann in der Regel verbunden mit gewissen anderen Texturzuständen und Contactproducten derselben Masse. Zu den letzteren gehören auch die tuffartigen, amphoteren Bildungen oder vulkanischen (plutonischen) Ablagerungen aus Wasser.

1) Der porphyrartige oder Gebirgsgranit ist z. B. durchsetzt von feinkörnigeren Gängen mit Turmalin oder von Schriftgranit, oder umhüllt von Reibungsbreccien.

2) Die krystallinischen Grünsteine Diorit oder Diabas sind begleitet von Aphanit, Aphanitschiefer, Schalstein, blasigem Aphanit, mandelsteinartigem Aphanit, Wacke, Reibungsbreccien und Grünsteintuffen.

3) Die Glimmerporphyre werden begleitet von Mandelsteinen, blasigen Gesteinen, Wacken, Erstarrungs- und Reibungsbreccien und oft auch von Conglomeraten des Rothliegenden.

4) Die Quarzporphyre enthalten Erstarrungsbreccien, Mühlsteinporphyre, zersetzte kaolinartige Zustände, sind durchsetzt von Pechsteinen und umgeben von Reibungsbreccien, Felsittuff (Thonstein) und oft von Conglomeraten des Rothliegenden.

5) Die Dolerite, als deren dichten Znstand man die Basalte betrachten darf, werden in der Regel begleitet von Wacke, Mandelstein, schlackigem Basalt, Reibungsbreccien, Basalttuff und Basaltconglomerat.

So lassen sich also auch hier mehre kleine Gruppen von Gesteinen erkennen, deren einzelne Glieder geologisch zusammen gehören, Lagerungsganze oder Formationen bilden und bestimmte abgeschlossene Eruptionsepochen bezeichnen,

so wie an den heutigen Vulkanen, aufser den sich unter einander mehrfach durchsetzenden Laven, bei jeder Eruption noch eine Anzahl anderer Producte gebildet wird, durch Zersetzung, Reibung, Emporschleudern, Zusammenschlemmen durch Wasser, durch Dämpfe, heifse Quellen u. s. w. Auch die Erzeugnisse der sogenannten Schlammvulkane (die Mojaströme) dürfen dabei nicht übersehen werden.

Quarzführende Massengesteine.

§. 104. *Vorbemerkung.* — Ich werde die wichtigsten derselben ungefähr in der Reihe ihres wahrscheinlichen Alters aufführen und bei jedem das Wesentlichste über sein geologisches Verhalten bemerken, zuweilen auch durch Beispiele erläutern.

§. 105. *Granitgesteine.* — 1) Syenit (Zirkonsyenit und Syenitgneifs), obwohl nicht immer, doch meist Quarz enthaltend, bildet grofse Gebiete mit gerundeten Bergen oder Felskuppen. Bei Meifsen und Moritzburg, bei Redwitz im Fichtelgebirge



S = Syenit, G = Granit mit grofsen Feldspathkrystallen.

und bei Weinheim im Odenwalde wird er von schmalen Granitgängen durchsetzt, die jedoch schwerlich viel jünger sind, als er selbst. Der umgekehrte Fall, Syenitgänge im Granit, ist nicht bekannt, und deshalb scheint der Syenit im Allgemeinen eher etwas älter als jünger wie der Granit zu sein.

Am Thüringer Walde, bei Mehlis und bei Brotterode, ist er vom Granit nicht zu trennen, aus dem er hier unter Beibehaltung des Quarzes und Glimmers, durch Hinzutreten von etwas Hornblende hervorgeht.

Der meiste Syenit ist unbestimmt massig abgesondert, seine äufseren Formen ähneln denen des Granites, nur sind die Felsen scharfkantiger, die Blöcke unregelmäfsiger, weniger polster- als wollsackartig. Die bedeutendste Anhäufung solcher Blöcke findet am Felsmeere im Odenwalde statt, wo auch die bekannte aus Syenit gearbeitete Riesensäule liegt. Die Fruchtbarkeit des Syenitbodens entspricht im Allgemeinen ebenfalls der des Granitbodens.

Mehrfach zeigt sich das Gestein etwas schieferig als Syenitgneifs, oder mit vielem Zirkon als Zirkonsyenit, so bei Hackedalen in Norwegen. Erzgänge sind in ihm selten. Die grofsen Syenitgebiete in Chile und Peru sind goldhaltig; auch der Sinai und die Küste von Labrador bestehen z. Th. aus Syenit.

Das petrographisch sehr verwandte Gestein, der Syenitporphyr, darf seines weit jüngeren Alters wegen schwerlich hierzu gerechnet werden.

§. 106. 2) *Granit* (Pechmatit, Miascit, Protogin, Greisen, Dichroitgranit, Turmalinfels, Topasfels, Gneifs z. Th.) gehört zu den verbreitetsten aller Gesteine. Er bildet grofse Gebiete, Massivs, Ellipsoide, stehende Stöcke und weitverzweigte Gänge. Grofse Gebiete, z. B. in der Lausitz, im Böhmer Wald, im Thüringer Wald, im Odenwald, in den Alpen, Ellipsoide, die oft als isolirte Kuppen hervortreten, z. B. im Harz am Brocken und Ramberg, im Erzgebirge bei Falkenstein, Eibenstock, Schwarzenberg und Freiberg, im Fichtelgebirge u. s. w. Diese Gebiete, Massivs und Ellipsoide zeichnen sich in der Regel durch eine kuppige, oft felsige und mit unendlich vielen mächtigen Blöcken bedeckte Oberfläche der Berge aus. In kleineren stockförmigen Massen tritt der Granit z. B. bei Geier und Aue im Erzgebirge auf. Alle diese gröfseren oder kleineren Granitmassen sind in der Regel durchsetzt und umschwärmt von zahlreichen Granitgängen, die als Ramificationen der Kern- oder Hauptmasse betrachtet werden müssen, denn auch die

Granitgänge im Granit sind sicher nur wenig neuerer Entstehung, als dieser selbst. Sie dürfen durchaus nur als Resultate etwas ungleichzeitiger Erstarrung derselben Masse an der Oberfläche und im Innern, betrachtet werden. Es zeichnen sich diese Gänge meist durch etwas kleineres Korn oder durch Schrifttextur (Pechmatit), und oft auch durch Beimengung von Turmalin aus.

Bei Heidelberg hat v. Leonhard drei Granite etwas verschiedenen Alters unterschieden. Die malerischen, aus einer überaus üppigen Vegetation hervorragenden Granitfelsen reichen hier auf beiden Thalseiten bis zur Höhe der herrlichen Schlofsruine und etwas darüber, dann aber bestehen die ungleich höheren Berge gänzlich aus buntem Sandsteine. Die Hauptmasse dieses kleinen Granitgebietes, welches an Entblöfsungen sehr reich ist, bildet ein mittelkörniger, durch viele grofse pechmatische Feldspath-Zwillinge porphyrartiger Granit, Gebirgsgranit, mit häufigen dunklen glimmerreichen Ausscheidungen oder Bruchstücken. In diesem setzen in unter sich ziemlich paralleler Richtung viele mächtige Gänge eines nicht porphyrartigen Granites, nämlich des Ganggranites N. I., mit vielem beigemengten Turmalin auf. Diese Gänge enthalten häufig grofse und kleine fest umschlossene Bruchstücke des Gebirgsgranites, gegen den sie überall scharf, zuweilen sogar durch sehr deutliche weit fortsetzende Reibungsflächen begrenzt sind. Beide genannte Granitvarietäten sind wieder von minder mächtigen Gängen einer dritten Granitart, des Ganggranites N. II., durchsetzt. Dieser letztere ist ungleich und unregelmäfsig gemengt, an den Salbändern oft sehr feinkörnig, in der Mitte der Gänge dagegen äufserst grobkörnig, so dafs man fast jeden Gemengtheil abgesondert herausschlagen kann. Er enthält nicht nur Turmalin, sondern auch Granat und Pinit als accessorische Beimengung, und Bruchstücke sowohl vom Gebirgsgranit, als vom Ganggranit N. I. (G. Leonhard, Gegend um Heidelberg 1844.)

Ganz analoge Erscheinungen wiederholen sich bei Marienbad (noch kürzlich im Jahrb. von v. Warnsdorff beschrieben), bei Carlsbad, Meifsen, Ilmenau, im Drusenthal am Thüringer Walde u. s. w. Bei Redwitz im Fichtelgebirge wird dagegen Syenit von porphyrartigem Granit durchsetzt (vergl. Holzschnitt S. 271).

Die Granite der grofsen Gebiete enthalten in der Regel wie der Syenit zahlreiche Einschlüsse oder Fragmente eines dunklen schieferigen Gesteins. Sehr deutlich und grofs finden sich solche aus weicherem Glimmerschiefer bestehende Fragmente in den Alpen, wo man sie fälschlich Glimmerschiefergänge nennt.

Erze oder Erzgänge sind mit dem Granit nicht sehr häufig verbunden, am häufigsten noch Zinnerz, z. B. in Cornwallis, oder Eisenstein, z. B. im Erzgebirge.

Für die eruptive Natur des Granites sprechen schon seine allgemeinen Gestaltsverhältnisse, besonders das Ramificiren der Massen, das Eindringen selbst in feine Zerspaltungen des Nebengesteins, so wie die häufige Umwandlung des letzteren in der Nähe des Contactes, welche zugleich erhöhte Temperatur oder chemische Einwirkung andeutet. Auf diese Weise ist namentlich der Thonschiefer in der Nähe des Granites bei Auerbach in Sachsen in Fleckschiefer, bei Gefres in Chiastolithschiefer, bei Wesenstein, am Brocken und am Ramberg in Hornfels umgewandelt, welche letztere Thatsache noch ganz neuerlich von Zinken in Karsten's Archiv B. 19, sehr ausführlich beschrieben worden ist. Es liegen aber aufserdem auch einige besondere Beispiele vor, aus denen sich die Eruption der Granite in weichem Zustande noch weit bestimmter nachweisen läfst. Dazu gehören besonders die durch Bergbaubetrieb sehr deutlich aufgeschlossenen Granitstöcke bei Geier im Erzgebirge.

In dieser Gegend haben drei stockförmige Granitmassen den Glimmerschiefer durchbrochen, der in ihrer Nähe in Gneifs übergeht. Die eine dieser Granitmassen bildet den wegen seiner vortrefflichen Aussicht bekannten Greifenstein. Auf dem Rücken des Berges erhebt sich eine Reihe von 9 oder 10 gegen 100 Fufs hohen Felsklippen, welche aus lauter polsterförmigen Granitmassen aufgethürmt sind. Das Gestein ist theils fein-, theils grobkörnig, besteht aus vielem röthlichen Feldspath, grauem Quarz und wenigem silberweifsen bis tombackgelben Glimmer; durch einzelne gröfsere Feldspathkrystalle wird es oft porphyrartig und enthält zuweilen kleine blaulichweifse Topase, Apatit und fein eingesprengtes Zinnerz.

Besonders interessant sind diese Felsen durch die zahlreichen von ihnen eingeschlossenen Schieferfragmente, von denen die gröfseren, oft ohne Unterbrechung durch mehre Polstermassen hindurchgehenden, gewöhnlich aus Glimmerschiefer, die kleineren dagegen aus Gneifs bestehen. Die Grenzen dieser hier und da von Granitadern durchzogenen Bruckstücke sind scharf und eckig, der Granit ist in ihrer Nähe meist unverändert; bisweilen aber sind die Fragmente auf einer Seite zunächst von einer grobkörnigen Quarz- und Feldspathlage umgeben. Die Schieferung dieser offenbar von dem Nebengesteine des Granites losgerissenen Bruchstücke ist ganz unregelmäfsig nach verschiedenen Richtungen gekehrt.

Eine zweite weniger interessante Granitmasse bei Geier bildet den sogenannten Zinnberg, welcher z. Th. in Greisen übergeht. Um so lehrreicher ist dagegen die dritte dieser Granitmassen, die durch Bergbau nach allen Richtungen aufgeschlossene des Geier'schen Stockwerkes. Es ist eine im Gneifs und Glimmerschiefer eingeschlossene, Zinnerz führende Granitmasse, deren Gestalt die eines durch die Gebirgsoberfläche abgestumpften und an seiner Südostseite durch eine nordwestlich einfallende Fläche abgeschnittenen Kegels ist, an welchem sich die 40° NW fallenden Schiefergesteine im Streichen und Fallen abstofsen. Die Verbreitung dieser Granitmasse an der Oberfläche wird ungefähr durch die Ränder einer grofsen Binge bezeichnet, welche durch das mehrmalige Zusammenbrechen der alten Grubenbaue entstanden ist. Die körnige Textur des Granites ist nicht immer deutlich ausgeprägt, das Gestein nähert sich vielmehr bisweilen einer dichten Felsitmasse mit eingestreuten Quarzkörnern und Glimmerschuppen; der Glimmer ist oft talk- oder chloritartig. Als zufällige Gemengtheile treten Turmalin und Apatit, seltener auch Flufsspath, Epidot, Zinnerz, Kupferkies und Arsenkies hinzu. Der an mehren Punkten, namentlich in den Grubenbauen zu beobachtende sogenannte S t o c k s c h e i d e r, welcher wie eine Schale, jedoch ohne scharfe Begrenzung, den Granit von den Schiefergesteinen absondert, besteht aus zweierlei verschiedenen Gesteinen. Das eine, minder häufige, ist ein inniges Ge-

menge von Quarz und Feldspath und schliefst eckige Gneifsbruchstücke ein. Das andere, häufigere, aber besteht aus ungewöhnlich grobkörnigem Granit mit vorwaltendem fleischrothen Feldspath.

Die ganze Granitmasse wird von mehren unter sich ziemlich parallelen Gangzügen durchsetzt, welche, $\frac{1}{2}$ bis 8 Zoll mächtig, hauptsächlich aus Quarz mit Talk, Speckstein, Zinnerz, Wolfram, Arsenkies und Eisenkies bestehen. Diese Gänge sind z. Th. auf's Innigste mit dem quarzreichen und zinnerzhaltigen Nebengesteine verflöfst. Die ziemlich horizontalen Absonderungsklüfte des Granites durchsetzen zugleich diese Gänge und enthalten in ihrer Nähe häufig auch Zinnerz. Die Zinnerzgänge können daher hier sicher nicht viel später entstanden sein als der Granit.

Das relative Alter des Granites ist früher sehr überschätzt worden, indem man ihn für die Unterlage aller Gesteine, für den Kern der Erde hielt. Dann ist man aber in den entgegengesetzten Fehler verfallen, indem man annahm, er habe Glieder der Kreide- und Molassegruppe im weichen Zustande durchbrochen. Unzweifelhaft ist es, dafs er die krystallinischen Schiefergesteine und auch alle Glieder der Grauwackengruppe zuweilen durchsetzt und zugleich durchdrungen hat, erstere sehr oft im Riesen-, Erz- und Fichtelgebirge, letztere bei Camenz in Sachsen, am Harz, bei Christiania u. s. w. Die Angaben von noch neueren Graniten bedürfen mindestens genauerer Prüfung, da sie sehr isolirt und mit anderen Thatsachen in Widerspruch stehen. An der Jungfrau, im Hasli oberhalb Meiringen und an mehren anderen Punkten der Schweiz scheint es allerdings, als seien dichte Kalksteine der Juragruppe durch den Granit in körnige umgewandelt worden, und das von Granit umschlossene glimmerschieferartige Gestein enthält an der Furka Belemniten der Liasformation. Aber die Contactstellen sind schwer zugänglich und deshalb nicht genau untersucht.

Wenn Granitgänge den Syenit oder den Granulit durchsetzen, wie das häufig der Fall ist, so sind dieselben wohl nur als etwas ungleichzeitig erstarrte Gesteinsmodificationen zu betrachten wie die Granitgänge im Granit. Das ist jedoch nicht denkbar bei den Granitgängen, welche körnigen Kalkstein durch-

setzen, wie das bei Stemmas, unweit Wunsiedel sehr deutlich der Fall ist. In Porphyren, echten Grünsteinen, Basalten u. s. w. sind noch keine Granitgänge bekannt, wohl aber in dem Serpentin, welcher aus Eklogit oder Granulit entstanden zu sein scheint (S. 168 und §. 109). Da Geschiebe von Granit zwar schon in Grauwackenconglomeraten, in ihnen aber noch selten vorkommen so dürfte aus allen diesen Umständen zusammen genommen hervorgehen, dafs die Eruption und das Festwerden der Granite, sowie der meisten ihnen verwandten Gesteine, welche zu Anfang dieses Paragraphen in Klammern angeführt sind, im Allgemeinen in die Periode der Grauwackenablagerung fällt.

§. 107. 3) *Granulit* (= Weifsstein). — Dieses eigenthümliche Gestein ist nur an wenigen Orten in beträchtlicher Ausdehnung bekannt, z. B. bei Iglau in Mähren, zwischen Rofswein und Penig in Sachsen, am letzteren Orte aber unter sehr interessanten Lagerungsverhältnissen. Die schmalen glimmerleeren Gänge, welche den Granit der Oberlausitz vielfach durchsetzen, gehören zwar petrographisch hierher, sind aber geologisch durchaus nur als eine Granitmodification zu betrachten.

Das erwähnte sächsische Granulitgebiet tritt mit auffallend elliptischer Gestalt zwischen Rofswein, Hartha, Geringswalda, Wechselburg, Penig, Callenberg, Limbach, Wittchensdorf, Ottendorf, Nassau und Böhrigen als ein kleines flaches abgesondertes Gebirge aus dem Glimmerschiefer hervor, der nach allen Seiten von ihm abfällt und dasselbe wallartig wie ein Erhebungskrater umgiebt, indem er meist gröfsere Höhen erreicht als der Granulit selbst.



T. = Thonschiefer. Gl. = Glimmerschiefer. Gn. = Gneifs. W. = Granulit zwischen Rochlitz und Gersdorf. G. = Granit. S. = Serpentin.

Während das Gestein in den geringmächtigen Gängen gewöhnlich eine körnige Textur zeigt, ist dagegen der Granulit dieser Hügelgruppe meist schieferig und plattenförmig abgesondert; die vorherrschend gelblichweifse Farbe geht durch Grau in's Schwärzlichgraugrüne über, und die Mengung wird zuweilen so fein und innig, dafs man die einzelnen Bestandtheile nicht mehr zu unterscheiden vermag, anderwärts findet sich dagegen etwas Glimmer in dem Gemenge ein. Mächtige Granitgänge mit Gneifsfragmenten, sowie einzelne Grünstein- und Serpentinmassen durchsetzen das Gestein, welches mitten in seinem Gebiete bei Erlau und Luntzenau grofse Gneifsschollen, z. Th. Dichroitgneifs, enthält und an seinen Rändern vielfach umändernd (fast verschlackend) auf den Glimmerschiefer eingewirkt hat, von dem es ebenfalls kleinere Fragmente umschliefst.

Dieses Granulitgebiet ist im Allgemeinen flachhügelig zu nennen; nur die gröfseren Flufsthäler schneiden zuweilen schroff und felsig in dasselbe ein. Der Boden ist durchschnittlich fruchtbar, und hierüber ist neuerlich eine lehrreiche Abhandlung von Fallou erschienen.

Das relative Alter des Granulites dürfte im Allgemeinen dem des Granites entsprechen, eher höher als niedriger sein, und so werden denn Syenit, Granit, mancher Gneifs und Granulit jedenfalls nur einer grofsen Eruptionsepoche angehören.

§. 108. *Quarzporphyr* (Felsitporphyr, Syenitporphyr, Pyromerid, Kugelporphyr, Eurit, Felsitfels, Pechsteinporphyr, Pechstein, Porphyrbreccie und Porphyr-Conglomerat, Felsittuff oder Thonstein). — Da der Quarz in diesen Gesteinen nur eine untergeordnete Rolle spielt und manchmal sogar ganz fehlt, so ist es fraglich, ob sie mit Recht zu den quarzführenden Gesteinen zu ordnen sind, und zwar um so mehr, da auch ihr geologisches Verhalten von dem der vorgenannten einigermafsen abweicht und ebenfalls einen Uebergang zu den folgenden vermittelt. Dennoch verlangt eine consequente Durchführung der versuchten Abtheilungsweise, dafs man sie der bezeichnenden Quarzkrystalle wegen, welche sie einschliefsen, hierher rechne. Aber so geht es immer, die Natur widerstrebt jedem conse-

quenten einseitigen Systeme. Die zweifelhafte Stellung dieser Gesteine ist aber gerade geeignet, ein neues Licht auf die Granite zu werfen, denen sie chemisch und mineralogisch sehr ähnlich sind, und welche dadurch den entschieden heifsflüssig eruptiven Gesteinen mehr genähert und enger verbunden werden.

Durch die Farbe und Beschaffenheit der Grundmasse, durch die Art, Zahl und Gröfse der eingestreuten Krystalle von Feldspath, Quarz, Glimmer, Hornblende u. dergl., sowie durch andere Texturverhältnisse entsteht die grofse, oben in Parenthese nur angedeutete Zahl der hierher gehörigen Gesteine und Gesteinsvarietäten, die zum Theil allerdings von etwas ungleichem Alter sind und sich gegenseitig durchsetzen. Es treten die Quarzporphyre in ziemlich mächtigen Gebieten, doch nicht in so grofsen wie die Granite, in Massivs, Stöcken und weit erstreckten Gängen zwischen anderen Gesteinen auf. So zeigen sie sich beinah in allen Gegenden der Erde.

Sie durchsetzen und umschliefsen als Fragmente:

1) krystallinische Schiefergesteine bei Freiberg, Tharand, Liebstadt und Schwarzenberg im Erzgebirge, bei Ruhla im Thüringer Walde,

2) Syenit bei Meifsen und Moritzburg in Sachsen,

3) Granit bei Schwarzenberg und Meifsen in Sachsen, bei Suhl im Thüringer Walde,

4) Glimmerporphyr bei Schleusingen im Thüringer Walde,

5) Gesteine der Grauwackengruppe an den Bruchhäuser Steinen und an der Lenne, welche letztere Gegenden erst jetzt sehr sorgfältig im 19ten Bande von Karsten's Archiv durch v. Dechen beschrieben worden sind,

6) Glieder der Kohlengruppe und der Steinkohle selbst, welche dadurch z. Th. verkoakt ist, bei Waldenburg in Schlesien (Karsten's Arch. B. IV.) und

7) die Sandsteine und Conglomerate des Rothliegenden an der Schauenburg bei Friedrichsroda und bei Klein-Schmalkalden im Thüringer Walde.

Ob sie als weiche Eruptionen in noch neuere Flötzformationen eingedrungen sind, ist wenigstens zweifelhaft, und da zugleich das Rothliegende in der Regel sehr viele Geschiebe

von Quarzporphyr enthält, so mufs sicher ein grofser Theil derselben schon an der Oberfläche und fest gewesen sein, als dieses abgelagert wurde. Dazu kommt noch, dafs die Thonsteine, welche in Sachsen und Thüringen zuweilen in der unteren Abtheilung des Rothliegenden auftreten und auch Versteinerungen desselben enthalten, ihrer Gesteins- und Lagerungsnatur zufolge als Porphyrtuffe zu betrachten sind, analog den vulkanischen Tuffen. Bei Chemnitz findet man in ihnen sogar Knollen bimssteinartigen Porphyrs. Vielleicht darf man sogar die Conglomerate und arkoseartigen Sandsteine des Rothliegenden als, freilich durch Wasser abgelagerte, Resultate der Porphyreruptionen betrachten. Sie finden sich nur da recht charakteristisch, wo Porphyre in der Nähe vorkommen.

Nach dem Allen müssen wir schliefsen, dafs die Eruptionen der Quarzporphyre vorzugsweise in den Zeitraum der Ablagerung der Kohlengruppe fallen, sowie die der Granite in die Grauwackenzeit.

An den Rändern der Porphyrmassivs und selbst der mächtigeren Gänge sind sowohl Erstarrungs- als Reibungsbreccien keine seltene Erscheinung, ja die unverkennbare mechanische Kraftäufserung erstreckt sich zuweilen noch weiter in das Nebengestein hinein; so zeigt sich z. B. der Gneifs in der Nähe des Porphyrs im Tharander Walde ganz breccienartig ohne fremdes Bindemittel.

Die Oberfläche der Quarzporphyre zeichnet sich in der Regel durch steile Berge und hervorragende zackige Felspartieen aus. Der Boden ist steinig, aber ziemlich fruchtbar.

Auf die innigen Beziehungen der Quarzporphyre zu vielen Eisenstein-, Mangan- und Silbererzgängen, die häufiger noch ihr Nebengestein als sie selbst durchsetzen, kommen wir später zurück. Hier möge zunächst noch das Porphyrvorkommen zwischen Tharand und Freiberg als bezeichnendes Beispiel dienen.

Im Tharander Walde bildet Felsitporphyr ein hier und da von Quadersandstein bedecktes, rundliches Massiv von mehr als einer Meile im Durchmesser; von ihm laufen einige mächtige Gänge in mehr tangentialer als radialer Richtung aus, welche die tiefsten Thaleinschnitte geradlinig quer durchschneiden.

Die Hauptmasse liegt zwischen Gneifs und Thonschiefer, die Gänge verzweigen sich somit theils in diesen, theils in jenen. Einer dieser Gänge, welcher auf der Grenze zwischen Gneifs- und Thonschiefer die Thäler Tharands durchsetzt, trägt viel zu der romantischen Natur des Ortes bei und zeichnet sich sowohl durch Ausdehnung und Mächtigkeit, als besonders auch durch die Deutlichkeit seiner Lagerungs- und Begrenzungsverhältnisse vor den übrigen aus. Seine Grenzen sind häufig durch Reibungsconglomerate bezeichnet; einzelne mit hellen Contactrinden umgebene Gneifs- und Thonschieferbruchstücke finden sich bis weit in das Innere des Gebietes hinein. Es ist ein sehr normaler Quarzporphyr, der abwechselnd alle drei Verwitterungsvarietäten — Hornstein-, Felsit und Thonsteinporphyr — zeigt. Zuweilen wird die Grundmasse ganz vorherrschend, die Quarz- und Feldspathkrystalle verschwinden fast, und gelbe, rothe und braune Streifen durchziehen das Gestein (im Glasbruch). An den malerischen Felsen des Zeisigsteines in Tharand ist dieser Porphyr säulenförmig abgesondert, schöner noch in einem Steinbruche am Esberge und in einem anderen bei Hutte. Aufserdem ist er stark und scharfkantig zerklüftet, die Kluftflächen sind hier und da mit sehr zierlichen Mangandendriten bedeckt (Steinbruch bei Naundorf).

Die gangförmige Natur des Porphyrs ist noch auffallender in der Gegend zwischen Freiberg und Frauenstein entwickelt; meilenlange Felsit- und Syenitporphyrgänge durchschneiden dort den Gneifs und werden dagegen von den Erzgängen stets durchsetzt. Ihre Lagerungsverhältnisse sind durch viele Umstände, besonders durch den Bergbau, aufserordentlich deutlich aufgeschlossen und durch v. Beust trefflich beschrieben.

Der Syenitporphyr zeigt sich, wo er in Sachsen mit dem gewöhnlichen Quarzporphyr in Contact kommt, als jünger.

Pechstein und Pechsteinporphyr gehören zu den nur sparsam und sehr vereinzelt an die Erdoberfläche hervortretenden Gesteinen. Gewöhnlich finden sie sich mit anderen Porphyrgesteinen zusammen, die sie gang- oder stockförmig durchsetzen. In Deutschland dürften sie auf Sachsen beschränkt sein, wo sie sich mehrfach zwischen Meifsen, Freiberg und

Tharand, bei Zwickau, und sehr vereinzelt bei Frankenberg und bei Korbitzsch unweit Leifsnig finden. Aufserhalb Deutschland sind die Pechsteine Ungarns und der Insel Arran die bekanntesten; erstere sind mit Perlstein und Bimsstein verbunden, die in Deutschland fehlen. Ob diese Pechsteine im Alter unseren deutschen gleich stehen, ist sehr ungewifs, kaum wahrscheinlich. Es würde überhaupt sehr zweifelhaft sein, ob man sie zu den quarzführenden Gesteinen rechnen könnte, da nur der porphyrartige Pechstein Quarzkrystalle enthält, wenn sie sich nicht in Sachsen so eng mit den Quarzporphyren verbunden zeigten, und zwar in einer Weise, dafs sie gewissermafsen als deren Obsidiane betrachtet werden müssen.

Etwas sehr Auffallendes ist die mehrfach wiederholte Erscheinung der Porphyr- und Felsitkugeln im Pechsteinporphyr sowohl, als im Pechstein selbst, welche bei oft völlig kugelförmiger Abrundung einen Durchmesser von einer Linie bis 10 Fufs erreichen; das Innere derselben enthält zuweilen Chalcedon- und Quarz-Nester oder Drusen; z. Th. sind sie auch in



Querschnitt einer solchen Kugel aus dem Pechstein von Planitz.

sich wieder kugelförmig abgesondert. Die Natur ihres Gesteines scheint anzudeuten, dafs sie von benachbarten Porphyren losgerissen und in den Pechsteinmassen kugelförmig abgeschmolzen sind. Uebrigens entsprechen sie doch auch wieder ganz den Kugeln, welche sich so ungemein häufig in den Quarzporphyren des Thüringer Waldes zeigen, und beide dürften viel-

leicht ihre Erklärung dadurch finden, dafs sie bei der Durchdringung eines selbst noch nicht ganz erstarrten Porphyrs von einer neuen Porphyr- oder Pechsteineruption in diese letztere aufgenommen und bei deren Bewegung geballt worden seien, denn in denselben Pechsteinporphyren finden wir neben den Kugeln bei Speckshausen auch scharfkantige Fragmente von Thonschiefer, die nur etwas gebleicht, nicht angeschmolzen oder gerundet sind, und bei Planitz in Anthrazit umgewandelte, aber scharfkantige Brocken von Steinkohle. Die Chalcedon- und Quarzbildungen in den Kugeln entsprechen ganz den Ausfüllungen der Mandeln in dem Mandelsteine, die von ihnen erfüllten Räume dagegen den Spalten in den Septarien.

Quarzfreie Massengesteine.

Auch sie folgen hier ungefähr in der Reihe ihres wahrscheinlichen relativen Alters.

§. 109. *Grünsteine* (Gabbroit, Diorit, Dioritschiefer, Gabbro, Diabas, Diabasschiefer, Aphanitporphyr, Mandelstein, Wacke, Grünsteinbreccie, Grünsteintuff, Hornblendefels u. s. w.). — Ob die Diorite und Gabbroite rücksichtlich ihres relativen Alters constant verschieden sind von den Diabasen und Gabbrogesteinen, hat noch nicht ermittelt werden können. In ihren Lagerungsverhältnissen zeigen sie jedenfalls sehr viel Uebereinstimmung, und da es überdiefs oft sehr schwierig, ja bei den dichten Varietäten, den Aphaniten, geradezu unmöglich ist, sie petrographisch zu unterscheiden, so mögen sie auch hier zusammen und zugleich mit ihren gewöhnlichsten Vertretern und Begleitern betrachtet werden.

Ganz besonders heimisch sind die Grünsteine in dem Thonschiefer, sowohl in dem versteinerungsleeren, als auch in dem der Grauwackengruppe, weshalb sie von Werner mit zu diesen Formationen gerechnet wurden. Sie durchdringen den Thonschiefer nicht nur gang- und stockförmig, sondern sie bilden auch sehr häufig der Schieferung parallele lagerförmige Körper darin, die jedoch vielfach durch gangartige Ausläufer, durch Bruchstücke des Nebengesteins, oder durch besondere Einwirkungen auf dasselbe sich als jüngere Eindringlinge erweisen. Wo der Thonschiefer vielfach von Grünsteinen

durchdrungen ist, da zeigt er gewöhnlich eine sehr gewundene oder verworrene Schieferstructur oder Umwandlungen in Hornfels.

Die Grünsteinschiefer liegen in der Regel parallel zwischen anderen Schiefergesteinen, in die sie häufig scheinbare Uebergänge bilden. In der That aber findet man sie zuweilen scharf und nicht einmal der Schieferung ganz conform begrenzt, so z. B. bei Hartenstein in Sachsen, wie es der nachfolgende Holzschnitt darstellt.



Diorit. Dioritschiefer. Thonschiefer.

Die gewöhnlichsten Absonderungsformen der Grünsteine überhaupt sind die unbestimmt massige, die knollige und die kugelförmige mit concentrischen Schalen. Zu den selteneren Erscheinungen gehören Säulen und Platten.

Die Grünsteine enthalten als zufällige Beimengungen bisweilen verschiedene Erze in so beträchtlicher Menge, dafs sie dadurch ein Gegenstand bergmännischer Gewinnung werden. Diese Erze sind namentlich Magneteisenerz, Magnetkies, Kupferkies und Zinnerz, verbunden mit Granat, Prasem, Strahlstein, Epidot, Turmalin, Blende u. dergl. Man nennt dieselben dann erzführende Grünsteine; der ursprüngliche Charakter geht durch solche vorherrschende Beimengungen zuweilen gänzlich verloren, und es findet ein allmäliger Uebergang der erzführenden Grünsteine in reine Erzmassen, namentlich in körnigen Magneteisenstein statt.

Besondere Erzgänge gehören dagegen zu den selteneren Erscheinungen in den Grünsteinen, häufiger ist ihr Nebenge-

stein davon durchzogen, oder es finden sich Erze auf ihren Contactgrenzen.

Die an die Oberfläche tretenden Grünsteine bilden in der Regel kleine Felskuppen, welche, zumal in den Thonschiefergegenden, oft aus der Ferne schon erkannt werden können. Der Boden, den sie liefern, bewährt sich vorzugsweise fruchtbar, doch ist die felsige Oberfläche zuweilen der Feldkultur hinderlich und veranlaſst deſshalb oft kleine Feldhölzer in den Thonschieferfluren.

Das relative Alter der Grünsteine scheint ziemlich ungleich zu sein, die Periode ihrer Eruption gröſser, als die der meisten anderen Gesteine. Sie durchsetzen oder durchdringen, meist zugleich etwas metamorphosirend:

1) krystallinische Schiefergesteine bei Tharand und Schwarzenberg im Erzgebirge,
2) den Granit in der Lausitz und im Fichtelgebirge,
3) die Glieder der Grauwackengruppe, besonders den Thon- und Grauwackenschiefer, am Rhein, am Harz, in Böhmen, im Fichtelgebirge, im Voigtland, in welcher letzteren Gegend sie zugleich mit denselben durch Versteinerungen enthaltende Tuffe auf's Innigste verbunden und deshalb mit der oberen Grauwacke als gleichzeitig zu betrachten sind, und
4) die Kohlenformation und das Rothliegende an den Hühnbergen, im Thüringer Walde, wo sie dasselbe bedeutend verändert haben.

Danach gehören also ihre Eruptionen sowohl der Grauwacken- als der Kohlengruppe an; sie fallen somit chronologisch zusammen mit den Graniten und Porphyren, was sehr an den Umstand erinnert, daſs auch gegenwärtig einige Vulkane besonders feldspathreiche, andere besonders pyroxenreiche Laven liefern. Anderwärts will man sie noch jünger beobachtet haben.

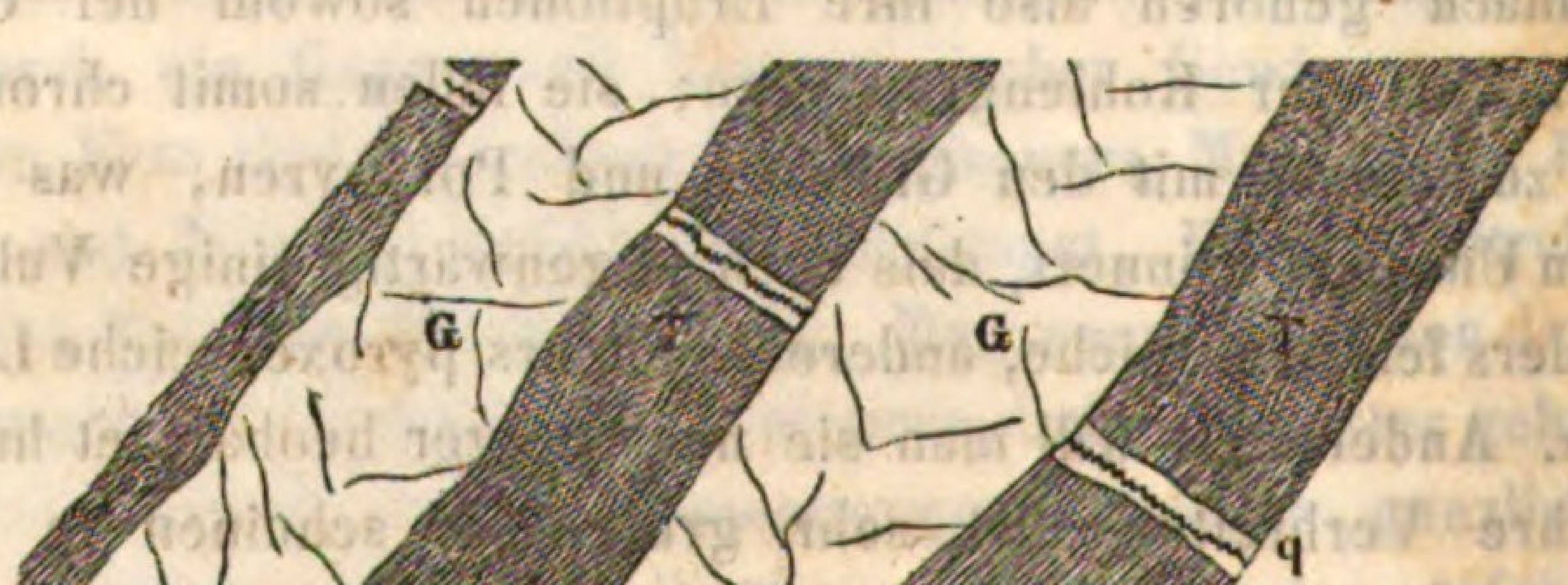
Ihre Verbreitung ist sehr groſs, sie scheinen in allen Erdgegenden vorzukommen, jedoch selten in groſsen zusammenhängenden Gebieten. Sehr gewöhnlich sind sie begleitet von Mandelsteinen, Wacken, Tuffen, Reibungsbreccien oder Conglomeraten; auch sind ihre Wirkungen auf das durchsetzte Nebengestein zuweilen sehr bemerkbar und kaum anders als

durch hohe Temperatur zu erklären. An den Rändern der aus Diabas (der aus einem lithionhaltigen Felsit und melanem Pyroxen mit etwas trappischem Eisenerz gemengt ist) bestehenden Hühnberge bei Tambach sind z. B. die Schieferthone des Rothliegenden auf grofse Ausdehnung in schwarzen Jaspis umgewandelt.

Um die besonderen Lagerungsverhältnisse und die daraus zu schliefsende Eruptionsweise näher zu bezeichnen, werden ein paar Beispiele genügen.

Bei Stiege am Harz ist der Grauwackenschiefer von unzähligen Grünsteinmassen durchdrungen, welche sich netzartig verzweigen, oft aber so dünne, der Schieferung parallele Lagen constituiren, dafs man kaum glauben sollte, sie seien etwas später dazwischen Gekommenes. Die gröfseren Massen haben häufig auffallende Windungen der Schieferung veranlafst, die sich ihren Unebenheiten öfter anschliefsen, als sie von denselben durchsetzt werden. Das Gestein ist hier meist Aphanit, selten selbst schieferig, aber zuweilen blasig, schlacken- oder mandelsteinartig, knollig bis kugelig abgesondert. Wo die Gemengtheile deutlicher hervortreten, läfst es mehr auf Diabas als auf Diorit schliefsen.

Bei Berneck im Fichtelgebirge wird der Grauwackenthonschiefer sehr vielfach von Diabasen durchdrungen. An einer Stelle bildet er geringmächtige lagenförmige Gänge, welche einige früher schon im Grauwackenschiefer vorhandene Quarzgänge mit ihrer ganzen Mächtigkeit durchsetzen,



T = Thonschiefer, G = Diabas, q = Quarzgang.

an einer anderen Stelle verzweigt sich der mandelsteinartige Diabas in Gestalt von Kugelwülsten, angeschwollenen Adern vergleichbar, zwischen dem Schiefer, der in seiner Nähe (aber ge-

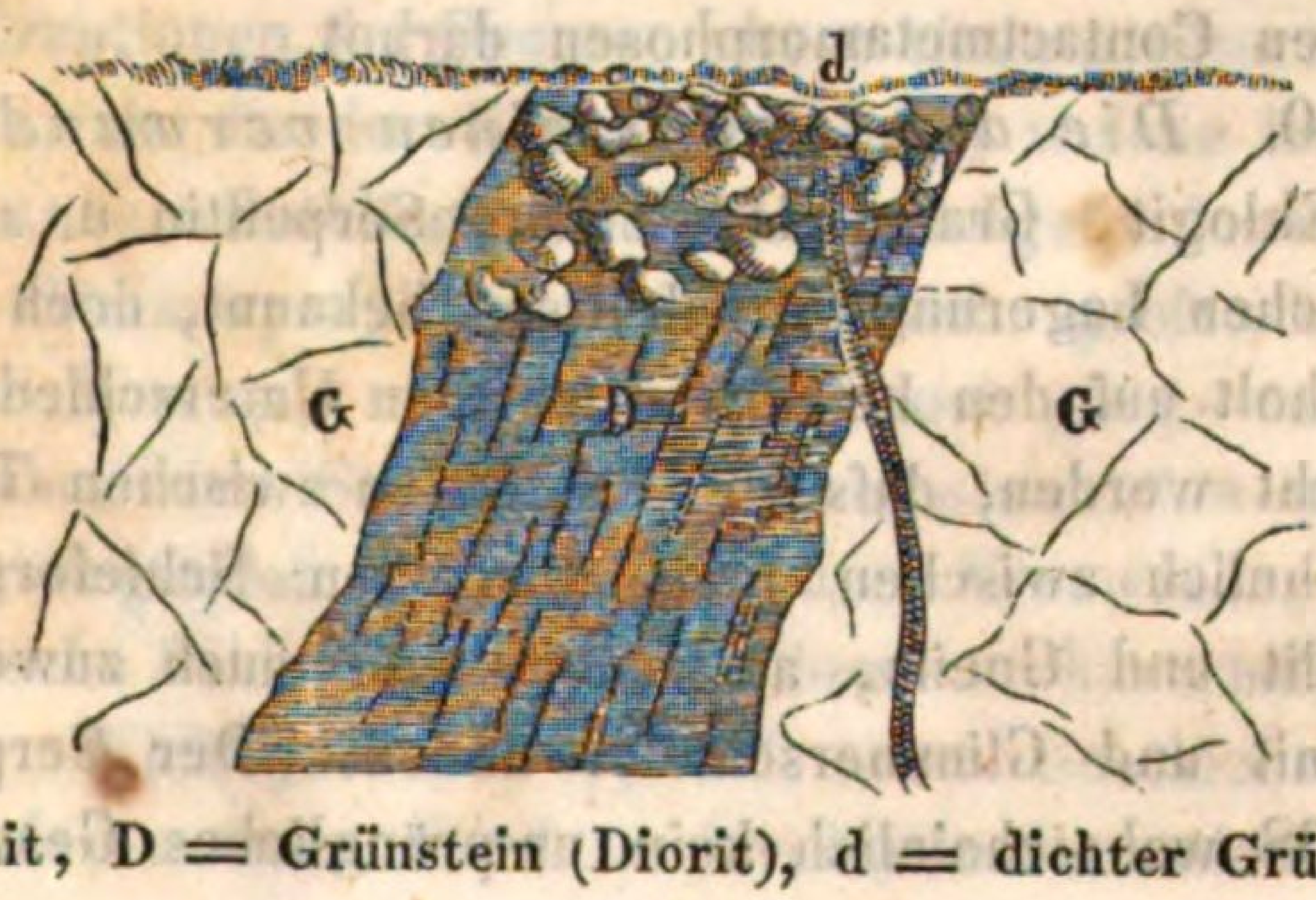
wöhnlich doch durch etwas unveränderten Schiefer getrennt) in grünen Jaspis oder Hornfels umgewandelt ist.



Th = Thonschiefer, G = Diabas, H = Hornfels.

Die Grünsteinwülste (G.) zeigen im Querbruch viele mit ihren langen Axen radial und aufserdem in concentrische Kreise gestellte Blasenräume.

Bei Belmsdorf unweit Bischoffswerda in der Oberlausitz setzt ein etwa 20 Fufs mächtiger Grünsteingang in Granit auf und wird in seiner ganzen Mächtigkeit zu Chausseesteinen abgebaut. Das Gestein ist dunkel und fest, basaltähnlich, gegen die Mitte des Ganges etwas körniger und deutlicher gemengt, an der Oberfläche kugelig und concentrisch schalig abgesondert, in der Tiefe den Salbändern parallel scharfkantig zerklüftet.



G = Granit, D = Grünstein (Diorit), d = dichter Grünsteingang.

Die Grenzen gegen den Granit sind vollkommen scharf, aber fest verwachsen. In dem unmittelbar anstofsenden Granit ist nur der Glimmer ein wenig verändert und die ganze Masse etwas fester als in einiger Entfernung. Durch diesen Hauptgang, sowie durch den Granit daneben, setzt nun ein zweiter jüngerer (*d*) von 2 bis 3 Zoll Mächtigkeit, schräg hindurch. Sein noch dichteres, vollkommen basaltähnliches schwarzes Gestein unterscheidet ihn deutlich, zumal da seine Grenzen sowohl im Granit als auch im Diorit völlig scharf sind. In diesem einen Steinbruche ist sonach nicht nur über die Art der Einlagerung, sondern auch über die verschiedenartige Gesteinsnatur des Grünsteins vollkommener Aufschlufs gegeben; man erkennt sehr deutlich, dafs die verschiedenen Grade der Dichtigkeit von der Mächtigkeit der Gänge und von der Nähe oder Entfernung der Salbänder abhängig sind und dafs selbst die dichtesten, völlig basaltähnlichen Abänderungen des Gesteins dennoch kein Basalt sind, wofür sie, isolirt gefunden, sehr leicht gehalten werden könnten. Dasselbe Verhalten der Dichtigkeit zur Mächtigkeit wird aber noch mehr bestätigt durch die vielen im Granitgebiete der Oberlausitz bekannten mächtigeren Grünsteinkuppen, welche stets aus deutlich gemengtem körnigem Diorit mit Eisenkies, Magnetkies und Epidot bestehen. In ihrer Nähe wiederholen sich ganz constant die weniger mächtigen dichteren und dunkleren Gänge, sowie andere wackenartige. Grünsteinschiefer und Schalstein kommen mit diesen Lausitzer Grünsteinen nicht vor, wahrscheinlich weil der Granit als Nebengestein keine Veranlassung zu diesen inversen oder eversen Contactmetamorphosen darbot.

§. 110. *Die den Grünsteinen verwandten Gesteine*, Eklogit, Granatfels, Erlan, Serpentin u. s. w. sind unter ähnlichen Lagerungsverhältnissen bekannt, doch mufs dabei wiederholt auf den bemerkenswerthen Unterschied aufmerksam gemacht werden, dafs sie sich selten zwischen Thonschiefer, gewöhnlich zwischen feldspathreichen Schiefergesteinen, wie Granulit und Gneifs, aufserdem aber auch zuweilen zwischen Granit und Glimmerschiefer finden. Der Serpentin ist nach S. 168 wahrscheinlich kein ursprüngliches Gestein, son-

dern ein Umwandlungsproduct. In dieser Beziehung mufs ich aber nachträglich bemerken, dafs nach den fortgesetzten, im Jahrb. f. 1836 zu publicirenden Beobachtungen Herrn Müller's der Serpentin bei Böhrigen unweit Rofswein nicht aus Granulit, sondern aus Eklogit entstanden sein dürfte, in welchem Falle dann entweder hier der Eklogit vor dem ihn durchsetzenden Granit vorhanden gewesen, oder die Granitgänge blos aus, mit dem Chlorit in die Spalten getriebenen Fragmenten bestehen müfsten.

§. 111. *Glimmerporphyr* (Mandelstein, Wacke und Melaphyr z. Th.). — Schon S. 172. habe ich mich über die nöthige schärfere Trennung der quarzfreien Porphyre, ohne nachweisbaren Augitgehalt, von den quarzführenden gewöhnlichen Porphyren ausgesprochen. Die Fortsetzung meiner Untersuchungen am Thüringer Walde hat mich immer mehr in dieser Ansicht bestätigt; doch will ich damit nicht behaupten, dafs sie mehr von einauder verschieden sind als etwa die trachytischen Laven von den basaltischen. Da aber diese Trennung der Glimmerporphyre von den Quarzporphyren und Augitporphyren bisher nur am Thüringer Walde und in Sachsen mit einiger Schärfe versucht ist, so können sich die Resultate derselben bis jetzt allerdings wesentlich auch nur auf diese Gegenden beziehen. Die Glimmerporphyre und ihre Mandelsteine zeigen sich in diesen Gegenden ganz in der Regel älter als die quarzführenden, sie werden von denselben gangförmig durchsetzt, und man findet Fragmente derselben von den letzteren umschlossen. Sollte, wie Credner behauptet, auch der umgekehrte Fall stattfinden, so kann derselbe höchstens als Beweis dienen dafs die Eruptionen der Quarzporphyre einen gröfseren Zeitraum einnahmen, als die der Glimmerporphyre, welche letztere noch niemals das obere Rothliegende durchsetzend gefunden worden sind.

Die Glimmerporphyre bilden oft sehr grofse bergige Gebiete oder Massivs, sie treten aber auch gang- und lagerförmig zwischen den Schichten der Kohlenformation und des unteren Rothliegenden auf. Dafs sie auch Grauwacke, Granit und krystallinische Schiefergesteine durchsetzen, kann natürlich nicht auffallen. Wichtiger ist es, dafs man Geschiebe derselben schon in den unteren Gliedern der Kohlenformation findet, so

namentlich von dem Hornblende statt Glimmer enthaltenden Porphyr des Eichberges bei Potschappel.

Die krystallinischen Glimmerporphyre sind am Thüringer Wald und bei Zwickau sehr oft von dichten, blasigen und mandelsteinartigen Varietäten begleitet, und als ihre Tuffe sind vielleicht einige der arkoseartigen Sandsteine des unteren Rothliegenden zu betrachten. Jedenfalls gehören ihre Eruptionen im Allgemeinen der Kohlenperiode an, wie sie sich denn auch geographisch beinah ganz an die Kohlengruppe gebunden zeigen, so im Thüringer Walde, bei Zwickau, Dresden (als Hornblendeporphyr) und wahrscheinlich auch bei Ilefeld am Harz und bei Waldenburg in Schlesien.

Bei Oberhohendorf unweit Zwickau hat der hierher gehörige Mandelstein nach v. Gutbier's Beobachtung das untere Rothliegende so innig durchdrungen, dafs man voraussetzen mufs, dasselbe habe sich zur Zeit seines Eindringens noch in einem schlammartigen Zustande befunden. In derselben Gegend bildet er lagerförmige, aber zuweilen durchbrechende Massen im unteren Rothliegenden, und die ihm zunächst liegenden, sehr eisenschüssigen tuffartigen Schieferthone enthalten Bleche von gediegenem Kupfer, welches Vorkommen lebhaft an das gediegene Kupfer in den Blasenräumen des Mandelsteins am Hundsrück und am *Lake superior* in Nordamerika erinnert.

An der Bretmühle unterhalb Zelle am Thüringer Walde



Sandiger Schieferthon. Glimmerporphyr. Quarzporphyr, bei *x* mit Quarzdrusen.

hat Glimmerporphyr die unteren Schieferthonschichten des Rothliegenden durchdrungen, umgebogen und auffallend geröthet, und dieser Glimmerporphyr so wie der Schieferthon sind später von Quarzporphyr durchsetzt worden. Von Vorurtheilen befangen habe ich diese Thatsache früher anders gedeutet, bei wiederholter Untersuchung mich aber vollständig überzeugt, dafs auch hier der Quarzporphyr das jüngere von beiden Eruptivgesteinen ist, wie es im Grunde die in der obigen, vor 12 Jahren entworfenen Skizze sichtbare Durchsetzung schon lehrt. Dieser Fall ist mir persönlich besonders wichtig, weil er mir an mir selbst zeigte, wie leicht durch Vorurtheile eine falsche Deutung der Thatsachen möglich ist.

§. 112. *Melaphyr* (Augitporphyr, schwarzer Porphyr, Mandelstein und Wacke z. Th.). — Wenn die Benennung Melaphyr auch auf augitfreie Gesteine ausgedehnt werden darf, so sind die von mir als Glimmerporphyr unterschiedenen sehr passend unter dieser Benennung zu vereinigen; indessen unterscheiden sie sich doch auch durch ihr relatives Alter von den Augitporphyren des Fassathales, welche der geistreichste Geognost unserer Zeit, L. v. Buch, Melaphyr genannt hat. Die Melaphyre des Fassathales durchsetzen und verändern nicht nur den Muschelkalk, sondern wahrscheinlich auch mehre Glieder der Juragruppe und dürften nach Fuchs in innigster Beziehung zu einem doleritischen Sandsteine stehen, welcher die Juraformation bedeckt und als Tuffbildung betrachtet werden kann. Demnach wird ihre Eruption ungefähr zwischen die Jura- und Kreideperiode fallen. Wären sie noch etwas jünger, so wäre kaum ein Unterschied zwischen ihnen und den Basalten zu machen. Die Dolomitbildung durch Einwirkung des Melaphyres ist von einigen Seiten bestritten worden, jedenfalls ist aber ihr Contact mit den Kalksteinen im Fassathal durch einen grofsen Reichthum besonderer Mineralien bezeichnet.

Im Plauen'schen Grunde durchsetzen augitreiche Melaphyrgänge den Syenit; sie umschliefsen viele Fragmente desselben, und von ihnen aus strahlen zahlreiche Epidotadern in den Syenit hinein. Diese Gänge finden sich hier aber so isolirt

und entfernt von gröfseren analogen Massen, dafs man in Versuchung kommt, sie den Hornblendeporphyren zuzurechnen, die bei Potschappel in grofsen Massivs hervortreten und welche ihrem Alter nach unbedingt Vertreter der Glimmerporphyre und als solche auch ganz quarzfrei sind.

Ebenso enthält der Thüringer Wald einige zweifelhafte schwarze Gesteine, die sich jünger als die Glimmerporphyre zeigen und von denen es unsicher ist, ob sie den Grünsteinen als dichte Varietäten zuzurechnen, oder als wahre Melaphyre zu bezeichnen sind. Sie durchsetzen als 20 bis 500 Fufs mächtige, lang erstreckte Gänge sowohl den Granit, als das ganze Rothliegende und wahrscheinlich auch die Quarzporphyre, werden aber von dem Zechstein horizontal überlagert (bei Glücksbrunn). Im Granit bilden sie zwei bis drei unter sich und dem Hauptgebirgsrücken parallele Gänge, welche sich von Heleborn bis Glücksbrunn überall, wo die Zechsteindecke fehlt, verfolgen lassen; am schönsten sind sie bei Herges durch Steinbrüche aufgeschlossen. Im Rothliegenden sieht man sie am häufigsten im Wintersteiner und Tabarzer Forstrevier; an den mächtigsten Punkten der Gänge ist hier das Gestein oft etwas körnig grünsteinartig und besteht an den Rändern zuweilen aus Mandelstein. Diese Umstände, zusammengestellt mit der mächtigen Diabasmasse der Hühnberge, erinnern sehr an das Verhalten der Grünsteine in den Graniten der Oberlausitz (vergl. S. 288), und sollte eine solche Beziehung gegründet sein, so würden diese schwarzen und dichten Ganggesteine des Thüringer Waldes nicht als Melaphyre, sondern als Aphanite und Aphanitporphyre zu betrachten sein.

§. 113. *Basalt* (Dolerit, Nephelindolerit, basaltische Lava, basaltischer Mandelstein, basaltische Wacke, Basalttuff, Basaltconglomerat u. s. w.). — Die Basaltgesteine treten meist aus den Gebirgen heraus und bilden von den Gebirgsketten unabhängige Züge von zerstreut bergigem Lande oder isolirte Kuppen und Kegelberge in den flachen Flötzgebirgsgegenden. Uebrigens sind sie in allen Welttheilen nachgewiesen und bilden durch Deutschland hindurch besonders eine auffallende basaltische Zone von Ost nach West, von den Sudeten, am südlichen und nördlichen

Fufse des Riesengebirges, zu beiden Seiten neben der Grenze von Sachsen und Böhmen entlang, über die Rhön, durch Kurhessen, Nassau, das Siegen'sche und das Siebengebirge nach der Eifel. Innerhalb dieser Zone, welche von den eigentlichen Gebirgszügen ziemlich unabhängig ist, nimmt Phonolith vorzugsweise die mittlere Region ein, in welcher er sich gruppenweise vertheilt findet. Obwohl die Basaltkuppen ebenfalls in einzelnen Regionen des mittleren Theiles der Zone vorzugsweise gedrängt stehen, so sind sie doch im Allgemeinen mehr über den ganzen oben bezeichneten Landstrich vertheilt. Südlich von der bezeichneten Zone treten Basaltgebilde in einzelnen Gegenden Süd-Baierns, Würtembergs und Badens auf, z. B. am Kaiserstuhl bei Freiburg.

Für den Basalt ist die isolirte Kegelform der Berge ganz besonders charakteristisch, er bildet solche freistehende Kuppen von 5 bis über 1000 Fufs Höhe und von 10 bis zu vielen tausend Fufs Durchmesser. Nur selten sind mehre solche Kuppen zu einer Hauptmasse vereinigt (in Böhmen, in der Röhn). Er durchsetzt alle Schichtgesteine mit Ausnahme der Diluvial- und Alluvialgebilde, sowie alle Schiefer- und Massengesteine mit Ausnahme der vulkanischen, theils stock-, theils gang- oder lagerförmig. Auch gegenseitig durchsetzen sich Basaltvarietäten, Phonolithe und Trachyte; doch dürften die letzteren im Allgemeinen häufiger den Basalt, als dieser sie durchsetzen, d. h. mit anderen Worten: der meiste Basalt ist älter, einiger jünger als Phonolith und Trachyt. Lavastromartige Ueberlagerungen der eigentlichen Basalte über andere Gesteine sind nicht häufig beobachtet worden; dagegen ist ein mehrfacher Wechsel von Basaltschichten mit Schichtgesteinen nicht allzu selten. An den Grenzen sind die Basaltmassen sehr häufig von sogenannten Tuffen, Reibungsconglomeraten oder Breccien umgeben; auch finden sich mit ihnen zusammen oft basaltische Conglomerate, welche nicht durch Reibung, sondern vielmehr durch Zerstückelung und theilweise erfolgte Auflösung und Fortschwemmung des an die Oberfläche getretenen Basaltes selbst entstanden zu sein scheinen, da sie vorzugsweise aus basaltischen Theilen, Basaltknollen, Geschieben u. s. w.

bestehen und oft deutlich geschichtet sind. Wo der Basalt das durchsetzte Nebengestein berührt, oder Bruchstücke desselben einschliefst, da hat er sehr gewöhnlich mancherlei chemische und mechanische Einwirkungen auf dasselbe hervorgebracht, welche ganz unzweideutig von einem grofsen Hitzgrade und von einer von unten nach oben wirkenden Kraft zeugen. Granit, Gneifs und Glimmerschiefer (besonders der Glimmer derselben) sind geröthet und angeschmolzen; Thonschiefer ist roth gebrannt, gehärtet, stänglich abgesondert; Sandstein ist säulenförmig abgesondert, geröthet oder entfärbt, verglast oder selbst verschlackt; Stein- und Braunkohlen sind stänglich abgesondert und verkoakst; Kalksteine sind theils ihrer Kohlensäure beraubt, theils aus dichtem oder erdigem Zustande in krystallinisch körnigen übergegangen, so namentlich die Kreide; Schieferthone sind in Jaspis verwandelt; Bruchstücke unterer Schichten sind durch Basalt über das Niveau weit höher liegender erhoben; regelmäfsige Schichten aller Art sind durchdrungen, gestört und aufgerichtet, letzteres jedoch nicht in dem grofsartigen Mafsstabe, wie es in der Nähe der Granite und Porphyre der Fall ist, wo dagegen jene chemischen Einwirkungen weit mehr fehlen. Diese Durchsetzungs- und Umwandlungsphänomene sind ganz besonders klar und vollständig in v. Leonhard's Basaltgebilden (1832) dargestellt und durch viele treffliche Zeichnungen veranschaulicht.

Die Absonderungsverhältnisse des Basaltes sind sehr manchfach und oft sehr zierlich. Die gewöhnlichste innere Form desselben ist die Säulenform; man findet Basaltsäulen von aufserordentlicher Länge und Schönheit, meist fünf- oder sechsseitig; einige sind gegliedert, andere zerfallen in concentrisch schalige Kugeln. Die Richtung der Säulen ist sehr verschieden; wo die Grenz- oder Abkühlungsflächen des Basaltes in der Nähe sind, da stehen sie in der Regel rechtwinkelig auf denselben; oft convergiren sie von allen Seiten nach den Gipfeln der Kegelberge zu, anderwärts laufen sie federartig gebogen von einem Hauptkiele aus, oder sind in einzelne verschieden gerichtete Gruppen vereinigt. Platten- und Kugelform findet ebenfalls beim Basalt nicht selten statt; die Platten liegen

gewöhnlich den Grenzflächen parallel, und die Kugeln entsprechen oft den Gliedern von Säulen. Die kugelförmige Absonderung des Basaltes geht sehr häufig in die knollige über, die säulenförmige in die stängliche, pfeilerförmige und unbestimmt massige.

Durch Hervortreten der einzelnen Gemengtheile entsteht aus Basalt Dolerit oder Anamesit; diese beiden Varietäten sind, wie die dichte, zuweilen kleinkörnig abgesondert, was zum Theil als ein Resultat vorschreitender Verwitterung anzusehen ist. Deutliche Olivinkörner sind namentlich dem dichten Basalt fast überall beigemengt; durch Augit- oder Hornblendekrystalle nimmt er eine porphyrartige Textur an. Blasenräume, theils leer, theils mit Kalkspath oder zeolithischen Mineralien erfüllt, machen ihn porös oder mandelsteinartig, und diese blasigen Basalte, sowie die Basaltconglomerate, die Basalttuffe und die basaltische Wacke, bilden häufig die äufseren Umgebungen dichter Kerne.

Die Klüfte der basaltischen Gesteine sind zuweilen mit Hyalit oder mit krystallisirtem Magneteisenerz bedeckt, und an den Grenzen gegen die durchsetzten Gesteine finden sich hier und da andere Eisenerze. Nur die letzteren haben zu einigem Bergbau Veranlassung gegeben; wohl aber wird der Basalt selbst zuweilen als Zuschlag bei'm Eisenschmelzen verwendet, und fast überall liefert er ein vortreffliches Strafsenbaumaterial.

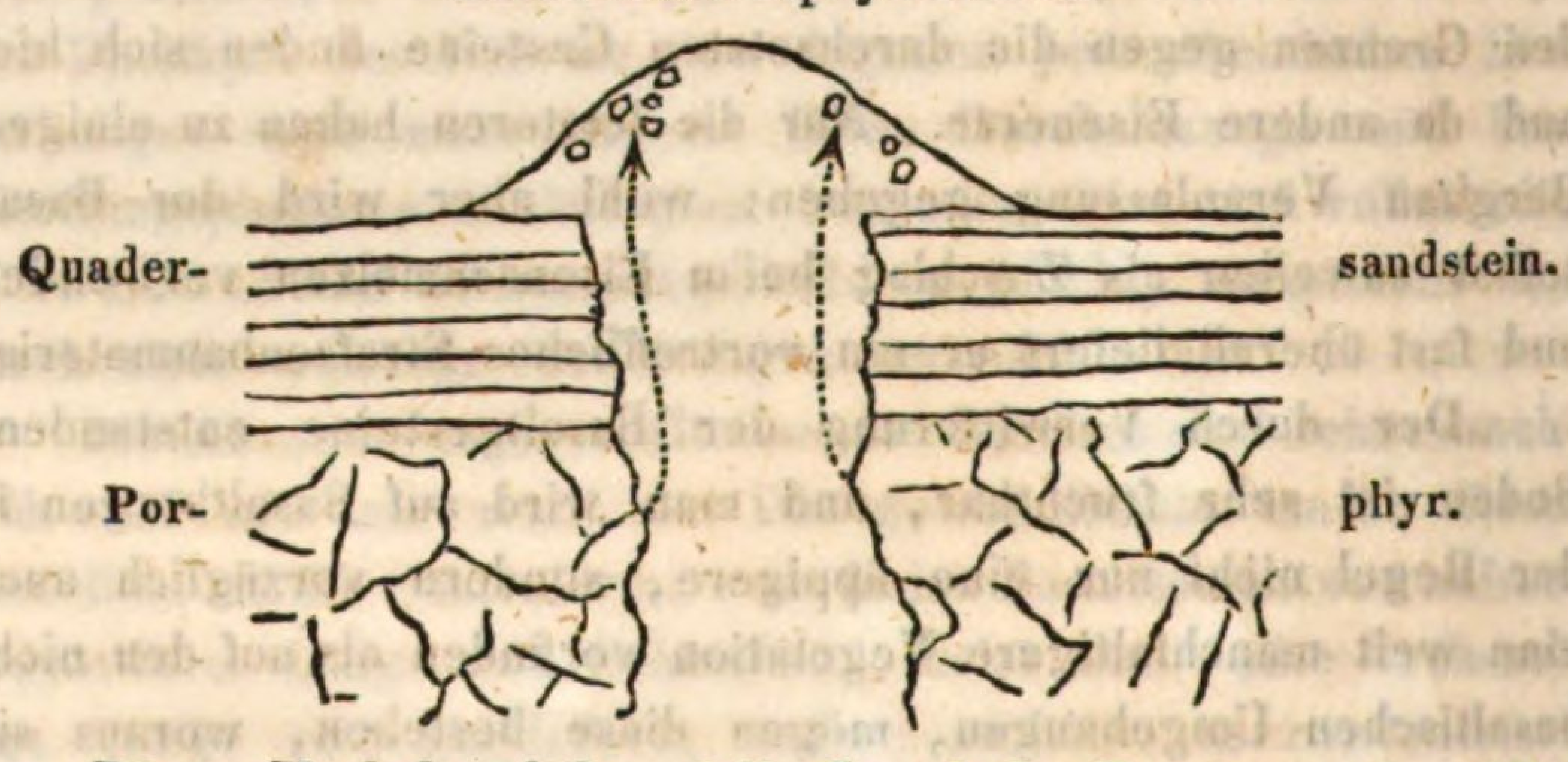
Der durch Verwitterung der Basaltgesteine entstandene Boden ist sehr fruchtbar, und man wird auf Basaltbergen in der Regel nicht nur eine üppigere, sondern vorzüglich auch eine weit manchfaltigere Vegetation vorfinden als auf den nicht basaltischen Umgebungen, mögen diese bestehen, woraus sie wollen.

Beispiele. Wo jetzt die Pflasterkaute bei Marksuhl unweit Eisenach liegt, da erhob sich früher eine kleine niedliche Basaltkuppe über dem bunten Sandsteine. Nachdem man die ganze Kuppe weggebrochen und zum Strafsenbau verbraucht hatte, hörte der Basalt noch nicht auf, man verfolgte die runde, in Beziehung zur früheren Kuppe stielartige Masse tief in den bunten Sandstein hinein, und vor mehren Jahren sah

man in diesen nach unten fortgeführten Basaltbruche, dessen Wände aus von einigen schwächeren Basaltgängen durchsetztem, gebleichtem bunten Sandsteine bestehen, 140 Fufs tief hinab. Der etwas doleritische Basalt enthält in der Nähe seiner Grenzen viele mit zeolithischen Mineralien erfüllte Blasenräume und stark veränderte, zum Theil halb verglaste Bruchstücke des Sandsteins, die Klüfte seiner knolligen Absonderung sind mit einem feinen Anfluge von Magneteisenerz bedeckt. Das stockförmige in die Tiefe Niedersetzen der basaltischen Massen kann nirgends deutlicher aufgeschlossen sein als hier.

Der Ascherhübel bei Spechtshausen unweit Tharand ist eine kleine Basaltkuppe, welche sich auf einem Quadersandsteinhügel erhebt; der etwa 50 bis 100 Fufs mächtige Sandstein lagert auf Porphyr, und von diesem letzteren enthält der Basalt der Kuppe, die ringsum durch Sandstein davon getrennt ist, deutliche Bruchstücke, welche er offenbar durch den Quadersandstein hindurch geführt hat, wie diefs der nachstehende Holzschnitt darstellt.

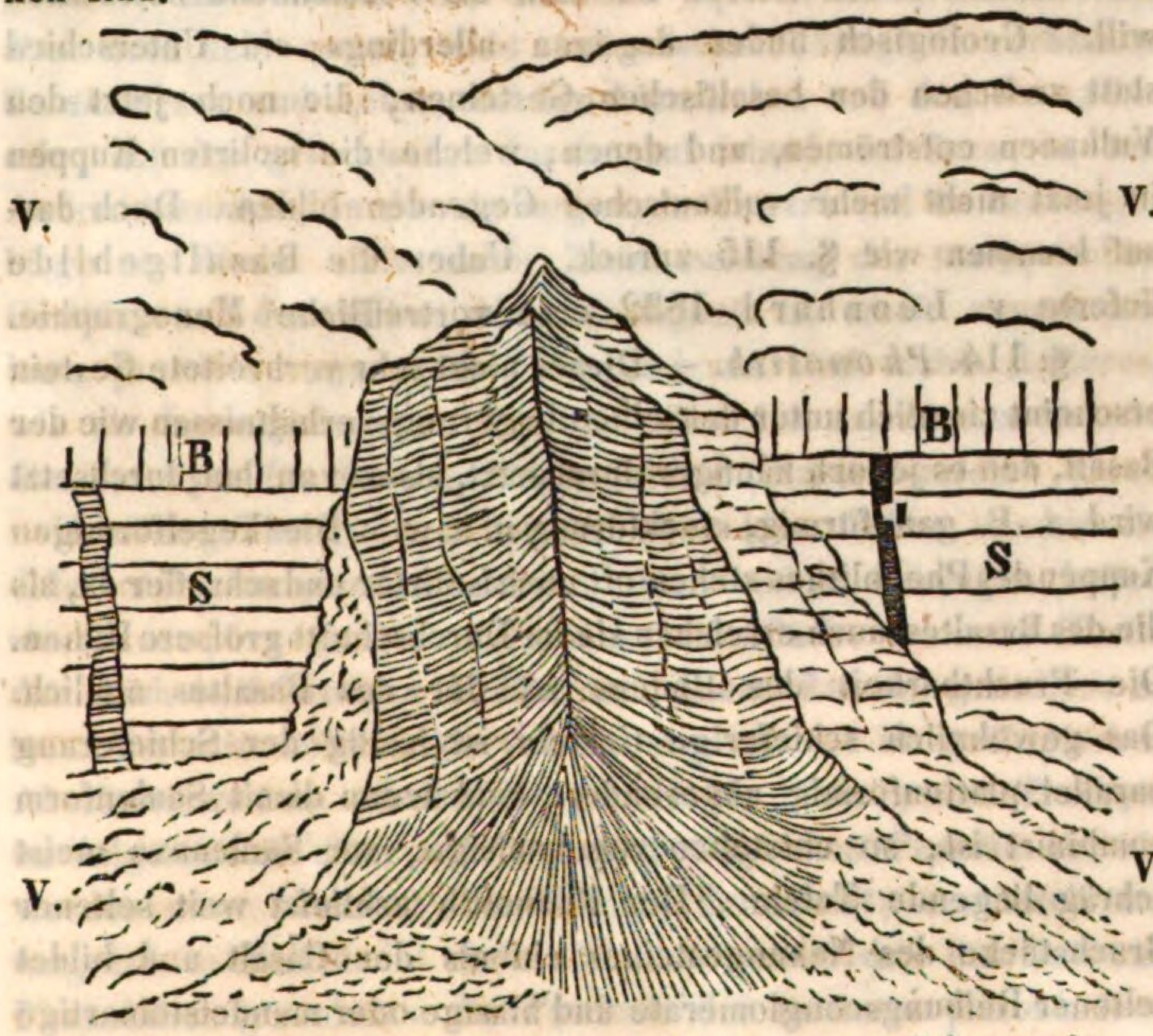
Basalt mit Porphyrstücken.



Dieses Verhalten läfst auf die Gestalt des Basaltes und auf den von ihm im weichen Zustande zurückgelegten Weg schliefsen.

Etwas oberhalb Aufsig in Böhmen bestehen die steilen Gehänge des Elbthales am Fufse aus horizontal geschichtetem Braunkohlensandstein, darüber aber aus zusammenhängenden mächtigen Basaltmassen. Einzelne mehr oder minder mächtige Basaltgänge durchsetzen jedoch den Sandstein in seiner ganzen Mächtigkeit und verbinden somit die basaltische Decke desselben

mit ungemessenen Tiefen. Drei der schönsten dieser Gänge finden sich bei'm Dorfe Wannowa, wovon der mächtigste den merkwürdigen Werregotsch-Felsen bildet, welcher sich schroff vom Elbspiegel erhebt und an seiner gegen den Fluſs gekehrten Fronte eine auſserordentlich schöne säulenförmige Absonderung zeigt. Die Säulen laufen nämlich von einem senkrechten Mittelkiele in leichten Schwingungen nach den Seiten des Felsens hin, welche als die Salbänder des Ganges anzusehen sind.



Wannowa. Werregotsch. Schewanai.

B = Basalt. S = Braunkohlensandstein. V = Vegetation.

Ein zweiter, minder mächtiger und minder interessanter Gang setzt etwas südlich von diesem nach Wannowa zu in Sandstein auf. Lehrreicher ist der dritte, nördlich in der Schewenai-Schlucht deutlich entblöſste. Nur 9 bis 10 Fuſs mächtig, durchsetzt er die horizontalen Sandsteinschichten senkrecht, besteht in der Mitte aus horizontalen säulenartigen Zerklüftungsstücken, an den Salbändern aber aus verwittertem Basalt

mit einer wenige Zoll dicken bolusartigen äufsersten Einfassung. Von dem im Ganzen etwa 14″ mächtigen Salbande der einen Seite befindet sich nun aber ein kurzes Stück, vom Hauptgange getrennt, ganz isolirt im Sandsteine. Dieses sonderbare Verhältnifs ist zuerst von C. Naumann beschrieben worden.

Petrographisch sind viele Laven kaum vom Basalt zu unterscheiden, wenn man nicht die fast constante Anwesenheit des Olivins in den älteren Basalten als bezeichnend betrachten will. Geologisch findet dagegen allerdings ein Unterschied statt zwischen den basaltischen Gesteinen, die noch jetzt den Vulkanen entströmen, und denen, welche die isolirten Kuppen in jetzt nicht mehr vulkanischen Gegenden bilden. Doch darauf kommen wir §. 115 zurück. Ueber die Basaltgebilde lieferte v. Leonhard 1832 eine vortreffliche Monographie.

§. 114. *Phonolith.* — Dieses nicht sehr verbreitete Gestein erscheint ziemlich unter denselben Lagerungsverhältnissen wie der Basalt, den es jedoch häufiger durchsetzt, als es von ihm durchsetzt wird, z. B. gangförmig, stockförmig u. s. w. Die kegelförmigen Kuppen des Phonolithes stehen oft noch isolirter und schroffer da, als die des Basaltes; auch erreichen sie im Durchschnitt gröfsere Höhen. Die Fruchtbarkeit des Bodens ist der des Basaltes ähnlich. Das gewöhnlich schieferige Gestein ist häufig der Schieferung parallel plattenförmig abgesondert, und wenn damit Säulenform combinirt ist, so entstehen regelmäfsige, zur Säulenaxe meist schräg liegende Tafeln. Der Phonolith schliefst weit seltener Bruchstücke des Nebengesteines ein als der Basalt und bildet seltener Reibungsconglomerate und blasige oder mandelsteinartige Varietäten; mit einem Worte, er hält sich reiner, doch kommen alle jene Erscheinungen, sowie durch Augitkrystalle porphyrartige, blasige, mandelsteinartige, in ihrer Hauptmasse fast erdige Abänderungen (zersetzter Phonolith) auch bei ihm vor.

Der Phonolith scheint überall nur in der Nähe des Basaltes aufzutreten; in der oben bezeichneten basaltischen Zone findet er sich besonders in den mittleren Regionen und zwar in geselligen Gruppen einzelner Kuppen, z. B. in der Oberlausitz, im böhmischen Mittelgebirge und in der Röhn.

So wie er petrographisch mit dem Trachyt verwandt ist, so auch geologisch; vielleicht kann er als eine dichte und schieferige Varietät desselben, als ein coordinirtes Gestein betrachtet werden.

§. 115. *Trachyt* (Trachytporphyr, Trachytlava, Domit, vieler Bimsstein, Trachyttuff, Trachytconglomerat, Andesit? u. s. w.) — Trachytische Gesteine bilden die Basis, das Grundgebirge sehr vieler noch jetzt vulkanischer oder solcher Gegenden, in welchen sich deutliche Spuren zwar erloschener, aber doch sehr neuer, echt vulkanischer Thätigkeit vorfinden. So am Vesuv und Aetna, auf den Liparischen und den Ponza-Inseln, auf den griechischen Inseln, auf Island, auf Java, in den Anden Amerikas, in der Auvergne, in Ungarn und im Siebengebirge am Rhein. Ein naher Zusammenhang der trachytischen Gesteine mit der vulkanischen Thätigkeit ist somit unverkennbar, ja viele sogenannte Feldspathlaven sind nichts Anderes, wie als Lava geflossener Trachyt. Man hat aus diesem Grunde die Trachyte für Umwandlungsproducte älterer Gesteine durch vulkanische Thätigkeit gehalten, aber hier treffen wieder die differenten Ansichten zusammen, denn andere Geologen halten sie für emporgepreſste und an der Oberfläche erstarrte Theile des noch heiſsflüssigen Erdinnern. Diese Zweifel gründlich zu lösen ist sehr schwierig; wir kommen darauf im geologischen Abschnitt zurück. Jedenfalls gehört die Bildung der Trachyte im Allgemeinen einer sehr neuen geologischen Periode an; sie werden zwar zuweilen von Basalten durchsetzt, aber auch der umgekehrte Fall findet statt. Sie bilden mit den Basalten und Phonolithen gemeinsam die Producte der neuesten plutonischen, sowie der echt vulkanischen Eruptionen, und lassen sich in dieser Beziehung füglich den Graniten vergleichen, denen in ihrer Eruptionsperiode statt der Trachytporphyre die Quarzporphyre, statt der Basalte die Grünsteine und Glimmerporphyre und statt des Phonolithes die Granulite zur Seite stehen. Somit lassen sich 2 groſse, in mancher Beziehung analoge, in anderer aber sehr abweichende Eruptionsperioden der Massengesteine unterscheiden, die in Europa durch eine groſse Kluft ruhiger Flötzformations-Ablagerungen vom Zechstein bis zur

Kreide von einander getrennt sind. Es fragt sich, ob diese Kluft nicht in anderen Welttheilen durch vorzugsweise in diese Periode fallende Eruptionen ausgefüllt ist.

Die Trachyte bilden kegel- und domförmige Berge, häufig umgeben von Tuffen und Conglomeraten, die zu ihnen in der engsten Beziehung stehen. Blasig und mandelsteinartig treten sie viel seltener auf, als die Basalte und Grünsteine. Im zersetzten Zustande hat man sie Domit, auch Alaunstein genannt. Die Trachyte der Andeskette, welche L. v. Buch wegen ihres nicht glasigen Feldspathes als Andesit unterschieden hat, entsprechen beinahe ganz den Dioriten, wie denn auch die sogenannten Grünsteinporphyre Ungarns geologisch den Trachyten zugehören. Abich, der die hierher gehörigen Gesteine einer Reihe chemischer Untersuchungen unterwarf, will gefunden haben, dafs sie um so weniger Kieselerde enthalten, je neuerer Entstehung sie sind, was einigermafsen mit dem Umstande harmoniren würde, dafs die älteren Massengesteine überhaupt quarzreicher sind als die neueren. Auffallend ist es auch, dafs die Trachyte, wenn auch nur ausnahmsweise, dennoch zuweilen Quarz enthalten. (*Darwin*, *volcanic islands* p. 121.)

§. 116. *Laven und Vulkane.* — Laven nennt man alle Gesteine, welche noch jetzt in heifsflüssigem Zustande aus Vulkanen hervorquellen, oder von denen sich ganz sicher nachweisen läfst, dafs sie in früheren Zeiten auf diese Weise hervorgequollen und stromartig geflossen sind. Nun haben wir aber schon gesehen, dafs viele dieser Laven mineralogisch nichts Anderes sind als Dolerit, Basalt und Trachyt. Lava ist daher kein bestimmtes Gestein, und es ist oft sehr schwierig, eine scharfe Grenze für das, was Lava genannt werden kann, zu finden. Diese Grenze wird im Allgemeinen durch den Unterschied zwischen plutonischer und vulkanischer Thätigkeit bezeichnet, welcher nach §. 33 darin besteht, dafs die plutonische Thätigkeit nur selten mehre aufeinander folgende Eruptionen aus derselben constanten Oeffnung bewirkte, was bei der vulkanischen der Fall war, und deshalb keine hohen Vulkane mit Kratern und Lavaströmen, sondern nur aus einmaligen Gesteinsergüssen

bestehende Berge aufbaute. Wahrscheinlich spielt auch die Gas- und Dampfwirkung bei den Vulkanen eine gröfsere Rolle, als die, welche sie bei den plutonischen Eruptionen gespielt hat, und sie vermehrt in diesem Falle, zugleich mit den constanten Kratern, nothwendig die Masse der lockeren Auswürfe von Asche, Lapillen, Schlackenstücken und Bomben. Nun giebt es aber allerdings Uebergangsformen, sogenannte erloschene Vulkane, meist aus vorhistorischer Zeit herrührend, welche ebenfalls nur einen oder zwei Ausbrüche gehabt haben, aber dennoch kleine Krater, Lavaströme und Auswürflinge besitzen, z. B. in der Auvergne, in der Eifel und in Böhmen. Zwei Beispiele der Art mögen hier folgen.

Einer der schönsten Vulkane der Eifel ist der Mosenberg bei Meerfeld. Dieser Schlackenhügel erhebt sich steil, aber nicht bedeutend über die aus Grauwacke bestehende Anhöhe, auf welcher er liegt, enthält aber, auf den engen Raum zusammengedrängt, drei kleine deutliche Krater, von denen der mittlere, jetzt bis zu einer gewissen Höhe mit Wasser erfüllt, aufserordentlich wohlerhalten, rund und von schroffen Schlackenwänden umgeben ist. Der südliche ist auf der Südseite durchbrochen, und von ihm aus erstreckt sich ein schmaler, mit Felsblöcken bedeckter, basaltischer Lavastrom bis in das eine Viertelstunde entfernte Flufsthal. Etwas nordwestlich vom Mosenberge senkt sich das Meerfelder Maar, welches, wie alle diese hier Maare genannten Kesselthäler, zu den sonderbarsten Eigenthümlichkeiten der Eifel gehört, in den Grauwackenschiefer ein. Es sind diese Maare offenbar Producte vulkanischer Eruptionen, obwohl sie gewöhnlich keine Hügel bilden und keine anstehenden vulkanischen Gesteinsmassen oder Lavaströme enthalten, sondern nur von allerhand Auswürflingen umgeben sind. Das Meerfelder Maar ist eins der gröfsten in der Eifel, kreisrund, geräumig genug, um eine Stadt von einigen Tausend Einwohnern enthalten zu können, mehre hundert Fufs tief von steilen zusammenhängenden Grauwackenhöhen umgeben, deren Schichten in dem einzigen Wasserausgange desselben sich stark aufgerichtet zeigen. Der Boden der meisten Maare ist ganz mit Wasser bedeckt, hier besteht er zu mehr als zwei Dritteln aus ebener Wiese.

Auch der ungleich gröfsere Laager See ist einigermafsen zu den Maaren zu rechnen.

Der Kammerbühl bei Eger liefert uns ein Beispiel vulkanischer Thätigkeit, welche unter Wasser stattgefunden zu haben scheint. Hier ist kein Krater und kein Lavastrom zu sehen, aber schlackige Auswürflinge in Menge sind in fast horizontalen Schichten über einander gehäuft und bilden den kleinen Hügel, indem sie von der, durch Grubenbaue auf Veranstaltung des Grafen Kaspar Sternberg und meines Vaters aufgeschlossenen Eruptionsstelle am westlichen Fufse des Berges sich ausbreiten und auskeilen. Die Auswürflinge bestehen theils aus basaltischen Schlackenstücken, theils aus sehr schönen Bomben mit Quarz- oder Glimmerschiefer-Bruchstücken im Inneren, und sie enthalten auch aufserdem viele zum Theil gänzlich verglaste Bruchstücke des Nebengesteins. Ihre Uebereinanderlagerung in deutlichen Schichten wurde von meinem Vater in einem besonderen Schriftchen über den Kammerbühl dadurch erklärt, dafs das nach Ost abfliefsende Wasser, unter dessen Oberfläche der Ausbruch erfolgte, die schnell erkalteten und dadurch in viele Stücke zersprungenen Schlacken eine Strecke mit sich fortführte, dann aber ablagerte.

Auch die Erhebungskrater (vergl. §. 29) scheinen mehr der vorhistorischen vulkanischen Thätigkeit als der gegenwärtigen anzugehören.

Als nur der vorhistorischen und historischen vulkanischen Thätigkeit angehörig darf man vielleicht die Leuzitgesteine betrachten, welche sich als Laven am Laager-See und an den italienischen Vulkanen finden. Auch die eigentlichen Obsidiane und Obsidianporphyre mit ihren Bimssteinen gehören hierzu, doch finden sie in den Pechsteinen ziemlich analoge Vertreter unter den älteren plutonischen Eruptivgebilden.

Fassen wir nochmals die Gesteinsbildungen durch vulkanische Thätigkeit zusammen, welche bereits §. 25 bis 33 ausführlich besprochen wurde, so ergiebt sich auch hierin, wie schon mehrfach erwähnt, eine grofse Analogie mit den Gesteinen älterer plutonischer Perioden. Die mehr oder weniger krystallinischen, dichten, porphyrartigen und blasigen Laven

sind begleitet von zersetzten wackenartigen oder verglasten Gesteinen, von vulkanischen Tuffen, Erstarrungs-, Reibungs- und Anschwemmungsbreccien und Conglomeraten, von Spaltenausfüllungen durch Sublimationen und durch heifse mineralische Quellen.

Die beſsten neueren Werke über Vulkane sind unstreitig L. v. Buch's physik. Beschreib. der Canarischen Inseln 1825, Hoffmann's geognost. Beobacht. in Italien und Sicilien 1839, *Dufrénoy* u. *Elie de Beaumont, rech. s. l. terr. volcan. d. deux Siciles* u. *Darwin's volcanic islands* 1844.

Anhang zu den Massengesteinen.

§. 117. *Körniger Kalkstein*, *Dolomit*, *Spatheisenstein* und *Gyps*. — Die bisher betrachteten Massengesteine treten nur als eruptive Bildungen auf und bestehen sämmtlich aus Silicaten mit oder ohne Quarz. Nun giebt es aber noch einige Gesteine, welche sowohl als Schicht- und Schiefer- wie auch als Massengesteine auftreten und beinah keine Kieselerde enthalten. Dahin gehören Kalkstein, Dolomit, Spatheisenstein und Gyps, lauter einfache Gesteine. Wenn diese als Massengesteine auftreten, so sind sie stets sehr krystallinisch entwickelt und verhalten sich zugleich oft als eruptive oder injective Gebilde, d. h. sie haben ihre Nachbarn gewaltsam durchbrochen oder sich in sie eingedrängt. Soviel steht als aus deutlichen Thatsachen zu folgern unbedingt fest; es kann dagegen die Frage entstehen, ob sie etwa blos local durch energische Metamorphose weich und eruptiv wurden, und ferner, ob sie dabei heifsflüssig waren oder nicht. Jedenfalls unterscheidet sich ihre Eruptionsweise von der der vorgenannten Massengesteine durch viel kleineren Mafsstab und durch fast gänzlichen Mangel an coordinirten Eruptionsproducten, Schlacken, Gläsern, Wacken, Tuffen, Conglomeraten u. s. w. Wir wollen sie in dieser Beziehung einzeln betrachten.

1) Körniger Kalkstein und Dolomit sind so innig verwandt und durch Uebergänge verbunden, dafs, was für das eine dieser Gesteine gilt, auch für das andere gelten mufs. In sehr vielen Fällen hat sich sogar gezeigt, dafs das, was

man lange Zeit für körnigen Kalkstein gehalten hatte, eigentlich Dolomit ist, und die meisten körnigen Kalksteine enthalten wenigstens etwas Talkerde.

Von Leonhard hat zuerst am körnigen Kalkstein von Auerbach an der Bergstrafse entdeckt, dafs dieser ein eruptives Gebilde ist. Derselbe bildet einen langen, 20 bis 50 Fufs mächtigen Gang und durchsetzt als solcher sowohl den Granit als den Syenit und den Gneifs des Melibokus. Seine Salbänder sind scharf und ganz in der Regel entweder durch schöne polirte Reibungsflächen, oder durch gewisse eingemengte Mineralien, meist Kalk-Silicate, worunter der Idokras eine Hauptrolle spielt, bezeichnet. Diese Mineralien sind offenbar Producte des Contactes der weichen, vermuthlich unter hohem Druck, heifsflüssigen Kalksteinmasse mit den Silicaten des Nebengesteins. Auch der körnige, z. Th. dolomitische Kalkstein von Memmendorf bei Freiberg bildet einen mächtigen und langen Gang, welcher den Glimmerschiefer und anscheinend selbst Erzgänge durchsetzt.

Fast noch bestimmter ergiebt sich die eruptive oder injective Natur des körnigen Kalksteines im grofsen Kalkbruche bei Miltitz unweit Meifsen, wo derselbe Fragmente des Nebengesteins, Hornblendeschiefer und Granit umschliefst, in den ersteren, den er im Allgemeinen lagerförmig durchdringt, sich verzweigt und ihn am Contact in eine Art von Hornfels umgewandelt hat.

Ebenso enthalten die körnigen Kalksteingänge im Glimmerschiefer der Gegend von Schwarzenberg in Sachsen mehrfach Fragmente des Nebengesteins, so namentlich in der Grube fester Schlägel.

Ueber das Alter dieser Kalksteineruptionen läfst sich noch nichts weiter sagen, als dafs sie überall neuer sind als die krystallinischen Schiefergesteine, und bei Schwarzenberg auch etwas jünger als die erzführenden Grünsteine, die dort von ihnen durchsetzt werden. Sind sie etwa nur als Resultate localer Umwandlung von Kalkstein- oder Dolomitlagern zu betrachten, dann werden sie schwerlich alle einer Periode angehören, sondern durch ungleichzeitige Umstände, vermuthlich

durch die benachbarten Eruptionen anderer Gesteine, bedingt sein. Dadurch erklärt sich dann vielleicht auch ihr sehr häufiges Zusammenvorkommen mit Grünsteinen.

Viele körnige Kalksteine liegen dagegen durchaus parallel und conform in den Schiefergesteinen, so die bei Zaunhaus unweit Altenberg und die bei Tharand. Andere zeigen in sich auffallende Windungen und an ihren Rändern eigenthümliche gewaltsame Verflöfsungen in das Nebengestein, woraus man schliefsen möchte, der ursprüngliche Raum wäre ihnen zu enge geworden, sie hätten geprefst und gezwängt, ohne doch eigentlich eruptiv zu werden; so die bei Oberwiesenthal und Crottendorf im Erzgebirge und bei Wunsiedel im Fichtelgebirge. Noch andere endlich lassen nichts von Eruptionsthätigkeit in sich wahrnehmen, wohl aber die Ursachen ihrer Umschmelzung aus dichtem und körnigem Kalkstein deutlich erkennen, so der magneteisenreiche im vulkanischen Kaiserstuhlgebirge des Breisgaues und der in Kreide übergehende neben den Basaltgängen an den Küsten der Inseln Rathlin und Kenbaanhead bei Irland.

2) Der Spatheisenstein findet sich gang- und stockförmig zwischen den Gliedern der Grauwackengruppe, so am Stahlberge bei Müfsen im Siegenschen, am Erzberge bei Vordernberg in Steiermark und an vielen anderen Orten. Seine Beziehungen zur Grauwacke sind noch nie recht scharf untersucht und beschrieben worden, obwohl sie es wegen der grofsen technischen Wichtigkeit des Gesteines doppelt verdienten. Durch Umwandelung des Spatheisensteins ist häufig Brauneisenstein entstanden, und oft ist derselbe auch mit Kupfererzen verbunden.

3) Gyps, der selbst da, wo er unzweifelhaft als Schichtgestein auftritt, in der Regel sehr unregelmäfsige stockförmige Lager oder liegende Stöcke bildet, zeigt sich zuweilen auch ganz entschieden eruptiv oder injectiv, so ganz vorzüglich deutlich in einer Reihe von Steinbrüchen zwischen Arnstadt und Haarhausen in Thüringen, wo er den Muschelkalk durchbrochen, aufgerichtet, mannichfach gebogen und selbst in Gestalt von

Bruchstücken umschlossen hat. Einer der Steinbrüche zeigte 1844 diese Ansicht:



M = Muschelkalk, Gg = Gyps.

Setzt man mit der Mehrzahl der Geologen voraus, dafs der meiste Gyps durch Umwandlung, und zwar entweder durch Aufnahme von Wasser aus Anhydrit, oder durch Hinzutreten von Schwefelsäure aus Kalkstein entstanden ist, so kann es durchaus nicht befremden, wenn dabei das Volumen überall bedeckter früher aus Kalkstein oder Anhydrit, jetzt aus Gyps bestehender Lager oder Stöcke so vermehrt wurde, dafs sie dadurch theilweise eruptiv oder injectiv werden und ihr Nebengestein durchbrechen oder stören mufsten. In diesem Falle würden die so gebildeten Gypsmassen zwar als zum Theil eruptiv, aber keinesweges als einst heifsflüssig zu betrachten sein.

Man hat auch das Steinsalz z. Th. für eruptiv ausgegeben und sich dabei auf die Schichtenstörungen, die man in seiner Nähe bei Cordona und Wieliczka häufig findet, berufen. Diese Schichtenstörungen können aber bei einer so auflöslichen Substanz, auch ohne Eruptionsthätigkeit, gar nicht auffallen, sie müssen vielmehr durch das Auswaschen und darauf folgende Zusammenbrechen einzelner Regionen nothwendig bedingt werden. Nicht eine einzige Thatsache ist bis jetzt bekannt, welche entschieden für die eruptive Entstehung des Steinsalzes spräche; denn dafs es an Vulkanen oft in Spalten hinein sublimirt (aber auch nur sublimirt) wird, kann durchaus nicht zu Gunsten einer

solchen Ansicht angeführt werden. Dagegen hat man in dem Steinsalz der Karpathen als entschiedenen Beweis seiner Ablagerung aus Wasser neuerlich viele wohlerhaltene Meeresmuscheln aufgefunden. Wohl aber ist das fast constante Zusammenvorkommen von Steinsalz, Gyps und Dolomit sehr zu beachten und deutet auf gleichzeitige Ablagerungsursachen hin.

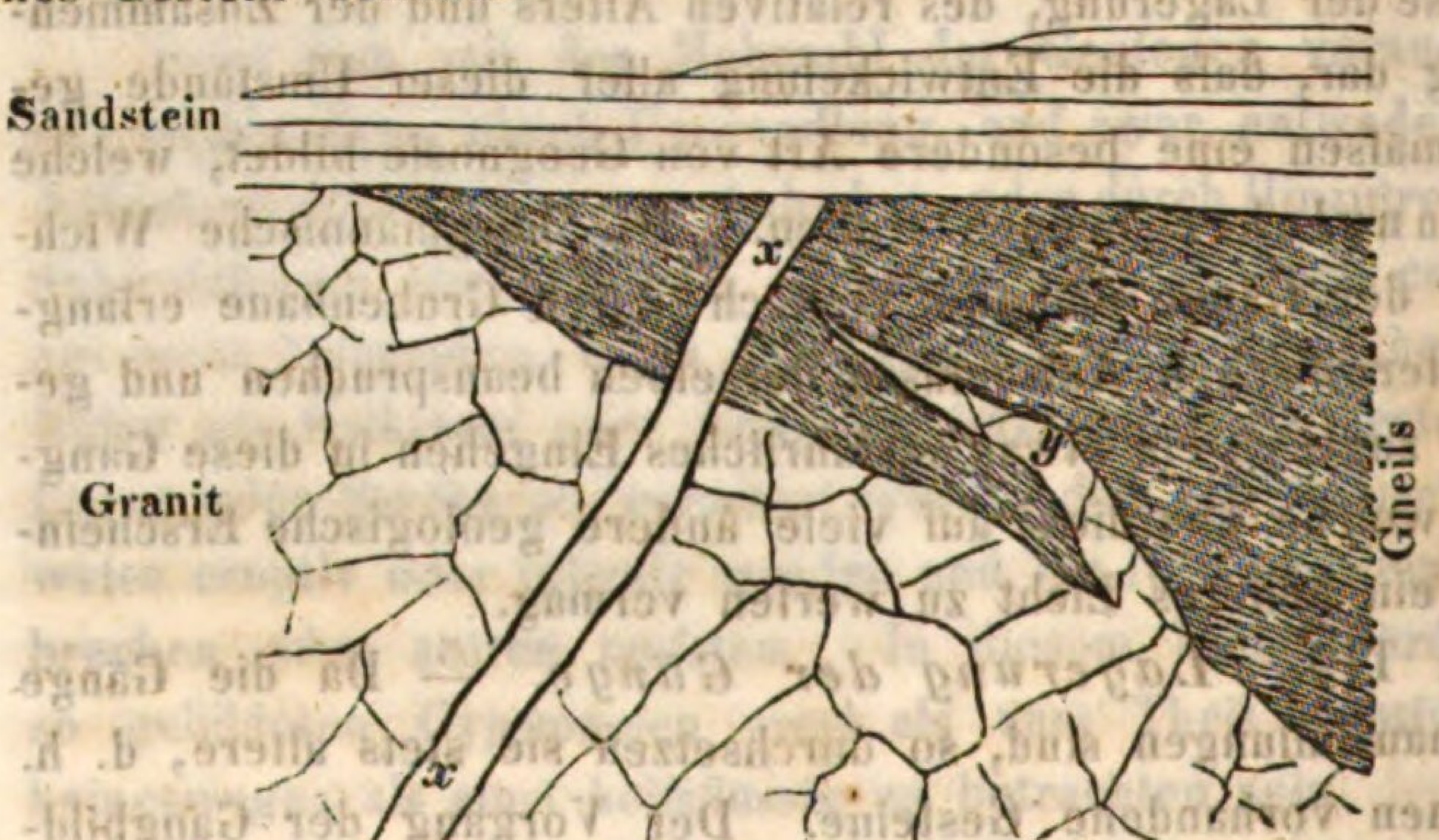
Ganggesteine (Ganglehre).

§. 118. *Einleitung.* — Dafs alle Gänge Ausfüllungen von Spalten sind und dafs man je nach der Ausfüllungsmasse Gesteinsgänge, Mineralgänge und Erzgänge zu unterscheiden hat, wurde bereits §. 57 gesagt. Die letzteren beiden, vorzugsweise Gänge genannten Arten, welche für den Bergmann von besonderer Wichtigkeit sind, bieten so verwickelte Verhältnisse der Lagerung, des relativen Alters und der Zusammensetzung dar, dafs die Entwickelung aller dieser Umstände gewissermafsen eine besondere Art von Geognosie bildet, welche wir Ganglehre nennen wollen. Die bergmännische Wichtigkeit der Gänge und die vielfach durch Grubenbaue erlangten unterirdischen Aufschlüsse derselben beanspruchen und gestatten zugleich ein etwas ausführliches Eingehen in diese Ganglehre, welche überdiefs auf viele andere geologische Erscheinungen ein helleres Licht zu werfen vermag.

§. 119. *Lagerung der Gänge.* — Da die Gänge Spaltenausfüllungen sind, so durchsetzen sie stets ältere, d. h. vor ihnen vorhandene Gesteine. Der Vorgang der Gangbildung hat wahrscheinlich von dem Zeitpunkte an begonnen, in welchem es festes Gestein auf der Erde gab, und von da an ununterbrochen, aber stets durch örtliche Umstände begünstigt oder behindert und deshalb nicht immer und überall mit gleicher Intensität fortgedauert bis jetzt. Eine natürliche und factische Folge davon ist es, dafs die Gesteine im Allgemeinen um so häufiger von Gängen durchsetzt werden, je älter sie sind, weil sie eben, je älter, um so längere Zeit der Gangbildung ausgesetzt waren. Dieses Gesetz ist aber, wie sich von selbst versteht, durch die besondere Natur der Gesteine und durch ihre örtliche Lage sehr wesentlich modificirt worden.

Am häufigsten von Gängen durchsetzt finden wir unbedingt die krystallinischen Schiefergesteine; in ihnen liegen die Gänge zuweilen lagenförmig, weil sie in der Schieferrichtung am leichtesten spalteten; nach diesen folgen die Glieder der Grauwackengruppe, und so nimmt die Häufigkeit der Gangdurchsetzungen und der damit verbundenen Verwerfungen und anderen Störungen durch die Reihe der Flötzformationen hindurch aufwärts immer mehr ab. Aehnlich verhält es sich mit den krystallinischen Massengesteinen; die der Granitgruppe sind die gangreichsten, dann folgen die Grünsteine und Porphyre, und zuletzt erst die Basalte, Trachyte u. s. w.

Ein Gestein, welches einen Gang abscheidet, wird in der Regel jünger sein als der Gang; nur bei extremer Festigkeit oder Lockerheit ist das Abschneiden durch ein schon vorhandenes Gestein denkbar.



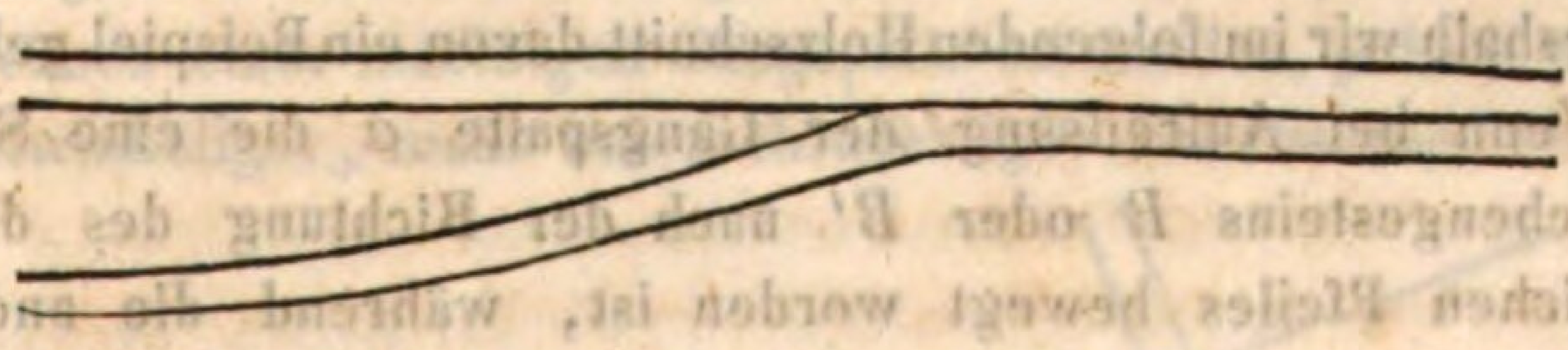
Der das Ausgehende des Ganges x bedeckende Sandstein mufs hier nothwendig jünger sein als der Gang.

Gänge sind zuweilen Ausläufer von Massen, z. B. hier oben der Gang y ist ein Auläufer, eine Verzweigung der Granitmasse in den Gneifs, woraus zugleich hervorgeht, dafs dieser Granit jünger ist als der Gneifs.

Hier ist es nun aber sogleich nöthig, einen Unterschied zwischen den verschiedenen Arten der Zerspaltung und Gangbildung zu machen. Wir haben §. 51 gesehen, dafs fast alle Gesteine bei ihrem Festwerden einer gröfseren oder geringe-

ren Contraction ausgesetzt waren und dabei Absonderungsklüfte (Zerspaltungen) bildeten, welche, wenn sie später mit Mineralsubstanz erfüllt wurden, auch eine Art von Gängen darstellen mufsten. Wir wollen aber diese niemals mächtigen und weit fortsetzenden, sowie niemals von wahren Verwerfungen begleiteten Spalten, welche der geübte Beobachter bald als solche erkennen lernt, zur Unterscheidung *Klüfte* nennen und den Ausdruck *Gangspalten* für diejenigen Zerspaltungen reserviren, welche augenscheinlich durch äufsere gewaltsame Ursachen, seien diese nun Hebungen, Senkungen, ungeregelte Erschütterungen und dergleichen, bedingt sind. Diese Gangspalten also und ihre Folgen sind im Allgemeinen in den älteren Gesteinen häufiger, als in den neueren.

Sowie die Gänge das Nebengestein durchsetzen, so durchsetzen sie natürlich auch sich gegenseitig, wenn neue Gangspalten in schon von Gängen durchsetztem Gestein aufrissen. Die Durchsetzung liefert in diesem Falle ein unbedingtes Kennzeichen des relativen Alters. Der ältere Gang ist in Beziehung auf den neueren selbst Nebengestein und kann es sogar in dessen ganzer Ausdehnung sein, wenn eine neue Spalte parallel in der Ausfüllung einer alten aufrifs. Aber Gänge *kreuzen sich* zuweilen, auch ohne sich zu durchsetzen. Dann sind entweder ihre Spalten gleichzeitig aufgerissen, oder sie begegnen sich unter so spitzem Winkel, dafs die neue Spalte, dadurch aus ihrer früheren Richtung abgelenkt, der alten Spalte parallel aufrifs.



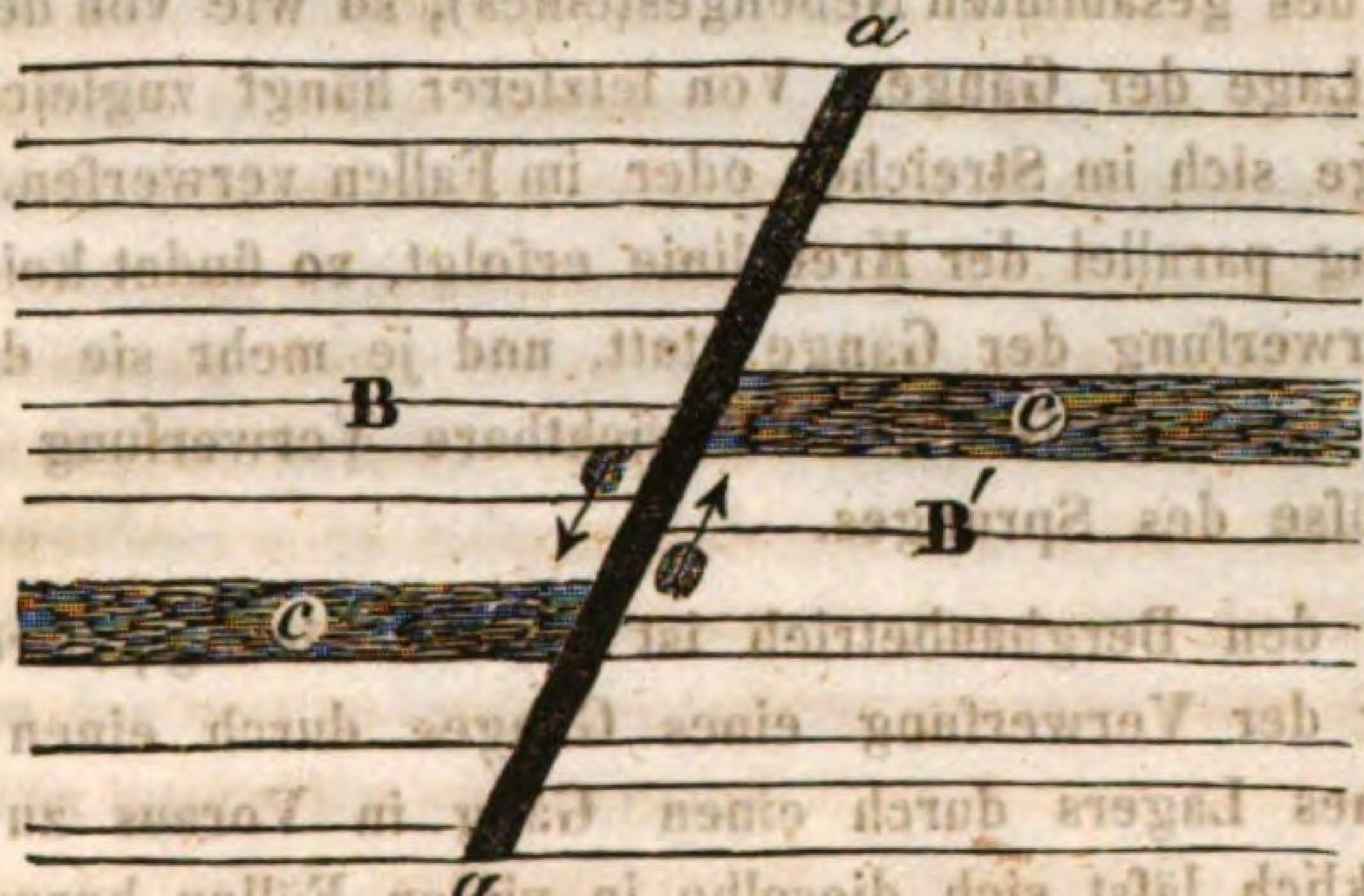
In diesem Falle sagt man: die Gänge *schleppen* oder schaaren sich; gehen sie nach einiger Zeit dennoch einer durch den anderen, so ist das ein *Schaarkreuz*. Es braucht kaum noch erwähnt zu werden, dafs man *Kreuz* überhaupt jedes Zusammentreffen zweier Gänge nennt, mögen sie nun in einander verschmelzen, sich durchsetzen, oder eine Strecke weit schaaren.

Finden sich viele ziemlich parallele und gleichartige Gänge nahe beisammen, so dafs das Grundgebirge gewissermafsen ganz dadurch zertrümmert ist, so nennt man diefs einen Gangzug (Goslar am Harze); durchkreuzen sich dagegen viele Gänge oder Adern (d. h. schwache unregelmäfsige Gänge) unter mannichfaltigen Winkeln innerhalb einer bestimmten Gesteinsabtheilung, so ist diefs ein Trümmerstock (*amas*), wie z. B. das Altenberger Zinnstockwerk. Manche Trümmerstöcke bestehen vielleicht z. Th. aus blofsen ausgefüllten Absonderungsklüften, und zu diesen könnte das Zinnwalder Stockwerk gehören. Solche Zertrümmerungen gehen zuweilen auch von einem Hauptgange aus und bilden dann je nach ihrer Mächtigkeit, Häufigkeit und Ausfüllungsweise: Brockengestein, Gangtrümmer, verdrücktes Nebengestein oder eine besondere Art von Imprägnation des Nebengesteins. Auf diese Umstände kommen wir später zurück.

Bei Aufreifsung der Gangspalten haben häufig Dislocationen des Nebengesteins stattgefunden, wodurch nicht nur dieses, sondern auch auch alle früher darin vorhandenen Gänge verworfen worden sind. Diese besonders von Schmidt in seinen Beiträgen zur Lehre von den Gängen 1827 vom mathematischen Standpuncte betrachteten Verwerfungen, welche zugleich die entschiedensten Beweise wahrer Spaltenbildung sind, haben meist in der Richtung von unten nach oben, also durch Erhebung, oder von oben nach unten, also durch Senkung, viel seltener durch Verschiebung nach der Seite stattgefunden. Am schönsten lassen sich dieselben bei geschichteten Gesteinen beobachten, weshalb wir im folgenden Holzschnitt davon ein Beispiel geben.

Wenn bei Aufreifsung der Gangspalte *a* die eine Seite des Nebengesteins *B* oder *B'* nach der Richtung des darin befindlichen Pfeiles bewegt worden ist, während die andere ruhig blieb, so resultirte daraus die im Holzschnitt angedeutete Verwerfung aller Schichten, deren Gröfse sich am sichersten durch eine besondere Schicht wie *c* bestimmen läfst, weil man bei ihr am wenigsten in Zweifel über die Identität sein kann. Stellt diese Zeichnung nicht den Grundrifs, sondern den Aufrifs eines solchen Verhältnisses dar, so mufs man annehmen, entweder das Hangende des Ganges (*B*) habe sich gesenkt oder

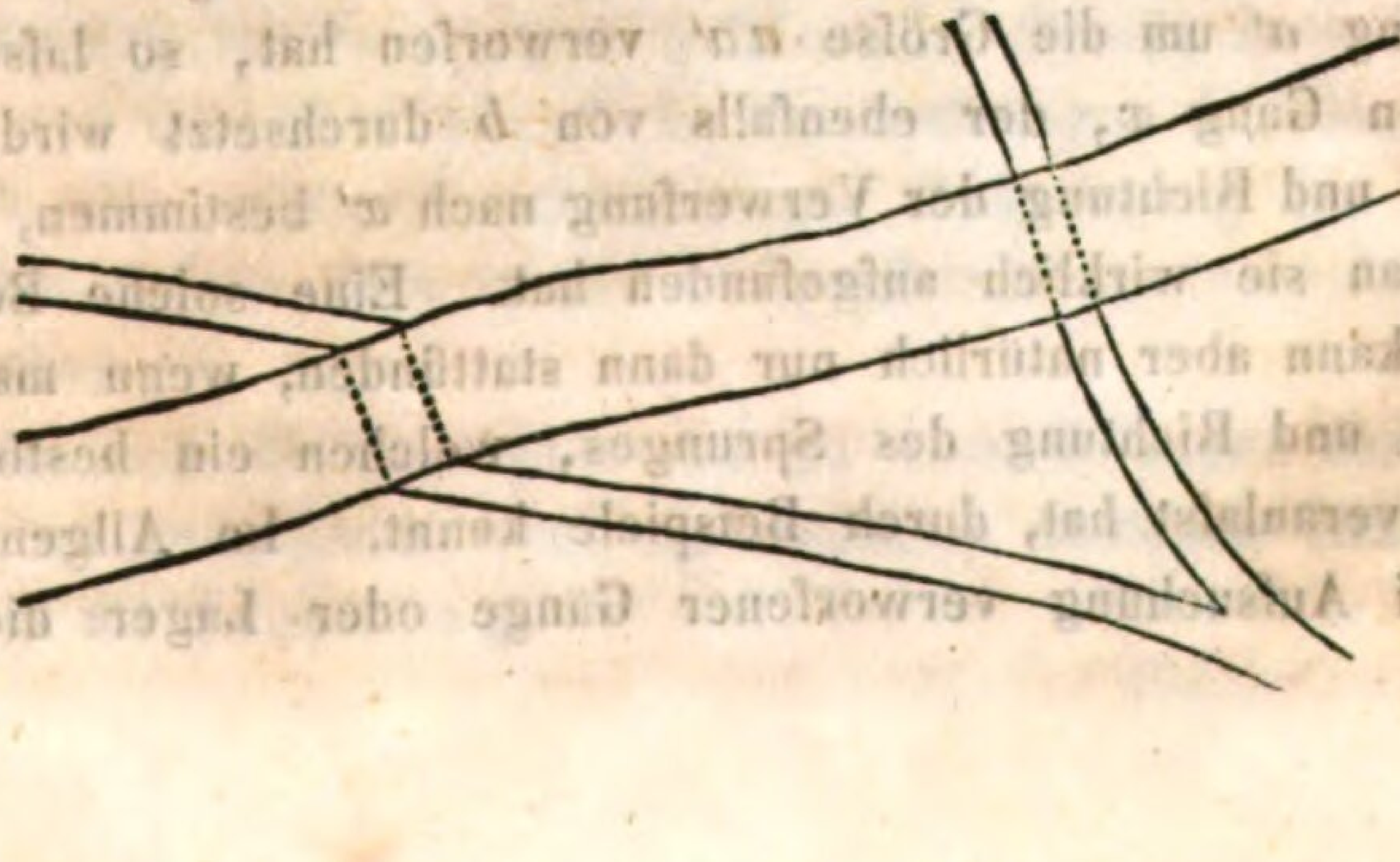
das Liegende (*B'*) sei in die Höhe geschoben worden. Merkwürdig ist es, dafs in der Natur nur ausnahmsweise der ent-



gegengesetzte Fall vorkommt, den man durch eine Senkung des Liegenden oder eine Hebung des Hangenden erklären müfste. Die Gröfse der Verwerfungen ist sehr verschieden und steigt in seltenen Fällen bis zu mehren hundert Fufs an.

Ein anderes Resultat der Bewegung, vermittelt durch vorhergegangene Spaltung, sind die sogenannten **Reibungsflächen**, **Spiegelflächen**, **Rutschflächen** oder **Harnische**, von der Natur streifig geschliffene oder polirte Gesteinsflächen, von denen im Allgemeinen schon S. 130 die Rede war.

Die Verwerfungen wie die Reibungsflächen können eben sowohl durch blofse **Klüfte** (unausgefüllte Gangspalten) als durch wirkliche Gänge bewirkt werden. Zuweilen sind auch Verwerfungen ohne Verschiebung der Gesteinshälften, durch blofses Aufreifsen einer mächtigen Gangspalte entstanden, jedoch nur bei schiefwinkeliger, nicht bei rechtwinkliger Durchschneidung.



Die Gröſse der sichtbaren Verwerfung durch Verschiebung hängt ab von der Gröſse und Richtung des Sprunges (der Bewegung des gesammten Nebengesteines), so wie von der gegenseitigen Lage der Gänge. Von letzterer hängt zugleich ab, ob die Gänge sich im Streichen oder im Fallen verwerfen. Ist die Bewegung parallel der Kreuzlinie erfolgt, so findet keine sichtbare Verwerfung der Gänge statt, und je mehr sie davon abweicht, desto gröſser ist die sichtbare Verwerfung bei gleicher Gröſse des Sprunges.

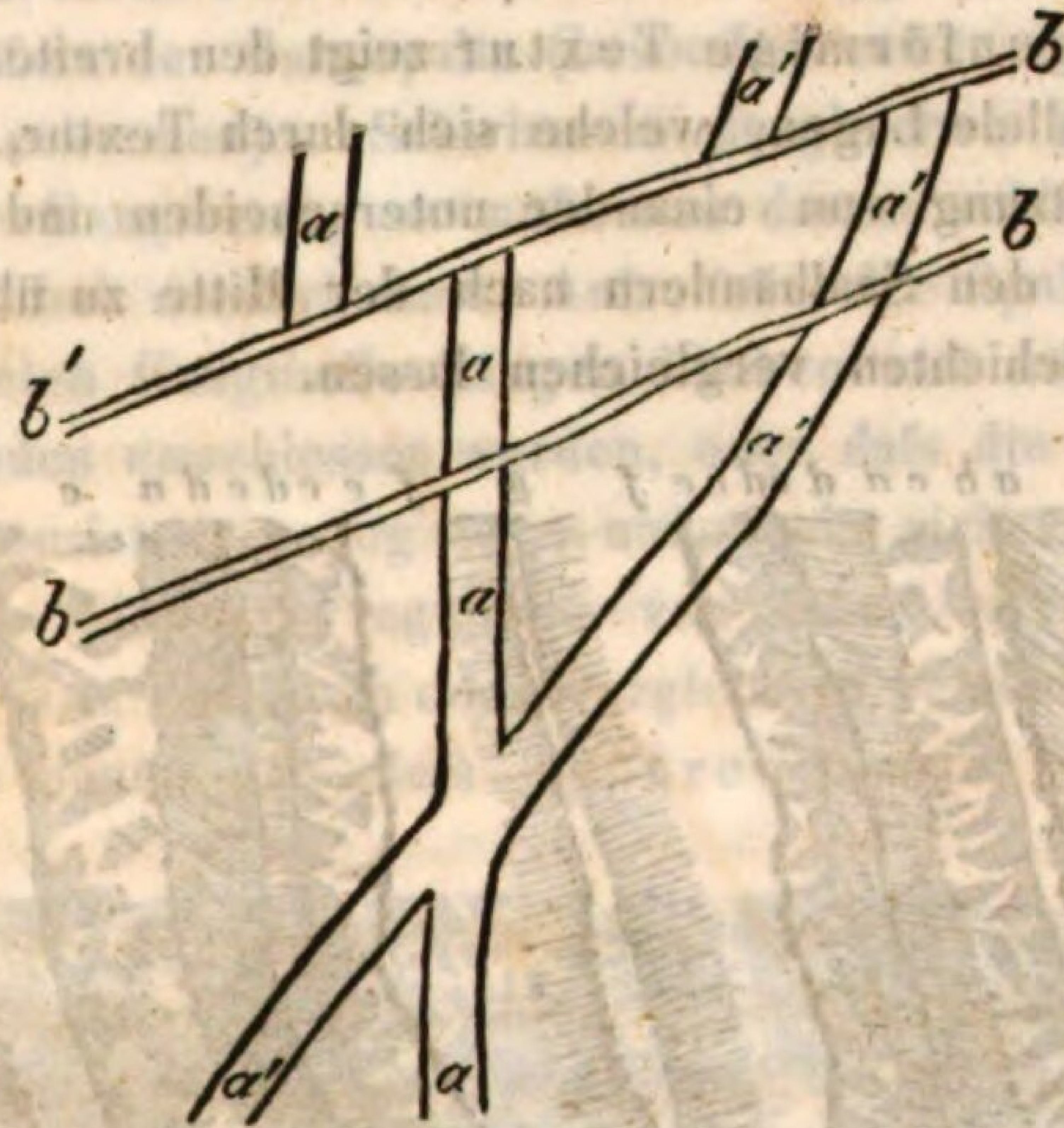
Für den Bergbaubetrieb ist es oft wichtig, Gröſse und Richtung der Verwerfung eines Ganges durch einen anderen oder eines Lagers durch einen Gang in Voraus zu wissen, und wirklich läſst sich dieselbe in vielen Fällen berechnen.



Weiſs man z. B., daſs der Gang b den Gang a nach der Richtung a' um die Gröſse aa' verworfen hat, so läſst sich für den Gang x, der ebenfalls von b durchsetzt wird, die Gröſse und Richtung der Verwerfung nach x' bestimmen, schon ehe man sie wirklich aufgefunden hat. Eine solche Berechnung kann aber natürlich nur dann stattfinden, wenn man die Gröſse und Richtung des Sprunges, welchen ein bestimmter Gang veranlaſst hat, durch Beispiele kennt. Im Allgemeinen ist bei Aufsuchung verworfener Gänge oder Lager die Er-

fahrung zu beachten, dafs die meisten Verwerfungen durch Hebung des Liegenden oder Senkung des Hangenden, selten umgekehrt oder seitlich erfolgt sind.

Die Fälle der Durchsetzung, Verwerfung u. s. w. sind so mannichfach, dafs sie sich weit besser durch beispielsweise Skizzen wie die hier folgende, als durch ausführliche Beschreibung andeuten lassen. Der durchsetzende Gang *b*, oder der verwerfende b′, ist natürlich stets für jünger als der durchsetzte oder verworfene *a* zu halten, während hingegen solche Gänge, die sich vereinigen oder kreuzen, ohne dafs die Masse des einen von der des anderen abgeschnitten wird, (wie *a* und *a′*) gleichzeitig ausgefüllt sein müssen.



Zu den Durchsetzungen gehören im Grunde auch die sogenannten Querklüfte, d. h. Durchsetzungen der Gangmasse in sich ohne oder mit sehr geringer Betheiligung des Nebengesteins, welche dann wieder in Gangbrockengesteine desselben übergehen.

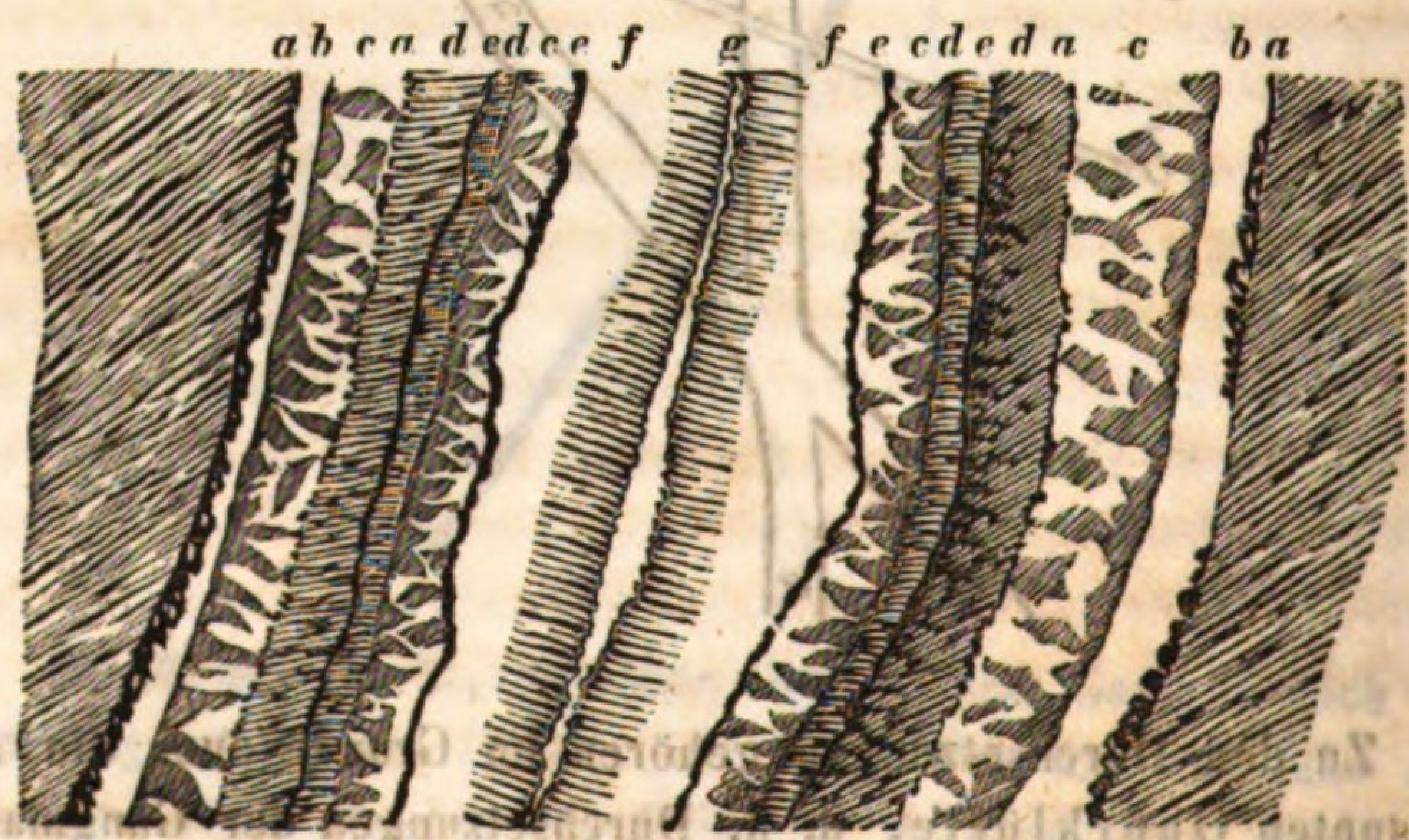
Oft sind die Querklüfte nur als Absonderungen der Gangmasse zu betrachten; auch sie enthalten zuweilen Erze, besonders als Erzanflug.

§. 120. *Gestalten oder Textur der Gangausfüllungen.* — Ich werde auf die Theorie der Gangausfüllung später zurückkommen und hier nur von der verschiedenen Natur derselben sprechen, wobei freilich einige sich auf die Theorie beziehende Bemerkungen nicht ganz zu vermeiden sind.

Wir unterschieden schon in §. 48 mit v. Weifsenbach massige, lagenförmige, Brocken-, Trümmer- und Sphärentextur der Gänge.

Bei der massigen Textur liegen die einzelnen Gangtheile mit unbestimmten Formen neben und über einander, oder der ganze Gang besteht nur aus einem gleichförmigen Mineral, z. B. Quarz oder Kalkspath.

Die lagenförmige Textur zeigt den breiten Seiten des Ganges parallele Lagen, welche sich durch Textur, Farbe oder Zusammensetzung von einander unterscheiden und in der Regel mit von den Saalbändern nach der Mitte zu über einander gebildeten Schichten vergleichen lassen.



a = braune Blende, *b* = Quarz, *c* = Flufsspath, *d* = Schwerspath, *e* = Strahlkies, *f* = Kalkspath, *g* = Kalkspathdrusen.

Diese symmetrische Anordnung von den Seiten nach der Mitte ist entweder eine einfache oder eine sich mehrfach wiederholende. Im ersteren Falle könnte sie durch nach einer bestimmten Ordnung erfolgte Präcipitation oder Erstarrung aus einer

die Gangspalte füllenden Solution erfolgt sein, im letzteren Falle setzt sie aber durchaus ein dauerndes und wahrscheinlich etwas periodisches Zuströmen des ausfüllenden Materials voraus, sei dieses nun von oben oder von unten, in Wasser oder in Wärme gelöst, eingedrungen. In der symmetrischen Anordnung der einzelnen Ganglagen sind zuweilen Ungleichmäfsigkeiten und Störungen eingetreten; diese lassen sich theils durch Mitwirkung der Schwere, theils und gewöhnlicher aber durch späteres Wiederaufreifsen, Verschieben oder neues Füllen der Gangspalte erklären.

Trümmer oder Brockengesteine entstanden auf Gängen theils durch in die Spalte gefallene Bruchstücke des Nebengesteins, theils durch solche älterer Gangglieder bei wiederholtem Aufreifsen der Gangspalte (besonders schön bei'm Trümmerachat zu erkennen). Schwimmen dergleichen Bruchstücke isolirt in der Gangmasse, so mufs man daraus schliefsen, dafs sie entweder bei wiederholtem Aufreifsen der Spalte an dem schon gebildeten Gangtheile hängen blieben und von dem neu hinzukommenden umschlossen wurden, oder dafs die ausfüllende Gangmasse consistent genug war, um sie in sich zu tragen.

Sind die älteren Fragmente von einer radial krystallisirten, aus Quarz, Kalkspath oder dergleichen bestehenden Masse umgeben, so nennt man diefs Sphärentextur.



Diese Textur ist jedenfalls schwierig zu erklären, wenn man nicht annimmt, dafs die einhüllende Masse consistent genug war, um die Fragmente zu tragen, oder Krystallisationskraft genug besafs, um sie später aus einander zu treiben, denn diese letzteren be-

rühren sich fast nie, wie es von einem übereinander liegenden Haufwerke, zwischen welches das Bindemittel erst später eindrang, zu erwarten wäre. Sie können nicht durch wiederholtes Aufreifsen der Spalte erklärt werden, da die sie rings umgebenden Krystallzonen offenbar auf allen Seiten gleichzeitiger Entstehung sind. Zu der Sphärentextur ist in gewisser Beziehung auch die Bildung der sogenannten Kokarden oder Ringerze zu rechnen, welche aus concentrisch um einander gelagerten Erz- und Mineralschichten bestehen, wodurch der Querbruch einer solchen Kugelbildung das Ansehen einer Kokarde erhält, völlig vergleichbar dem Querbruch jedes Erbsensteinkornes.

Die Gänge enthalten besonders häufig Drusenräume, in welchen einzelne Mineralien frei auskrystallisirt sind; am häufigsten bilden diese Drusen den mittleren Gangtheil und scheinen gewissermafsen anzudeuten, dafs das vorhandene Material bei seinem Uebergange aus dem aufgelösten in den festen Zustand nicht mehr ausreichte, um die Spalte ganz zu füllen. In den Drusen sehr vieler Gänge findet man eine gesetzmäfsig wiederkehrende Aufeinanderlagerung der einzelnen Mineralien, die in gewissem Grade der Reihenfolge der einzelnen von beiden Seiten nach der Mitte zu symmetrisch geordneten Ganglagen und der Aufeinanderfolge der Mineralien in den Blasenräumen der Mandelsteine, so wie selbst in manchen Concretionen der Schichtgesteine entspricht. Das allgemeine Gesetz dieser Aufeinanderfolge ist noch nicht bekannt, wohl aber liegen schon viele einzelne beobachtete Formeln desselben vor, von denen einige durch ihre Häufigkeit besonders wichtige hier folgen mögen.

1) In den Silbererzgängen der Gegend von Brand bei Freiberg finden sich fast ganz allgemein: *a*) Quarz mit Schwefelkies, schwarzer Blende, Bleiglanz und Arsenkies; *b*) Manganspath und Braunspath mit denselben metallischen Fossilien und dazu auch Weifsgiltigerz und Fahlerz; *c*) Eisenspath, Flufsspath und Schwerspath, auch zuweilen tautokliner Karbonspath, mit denselben metallischen Fossilien, aber silberärmer; *d*) Kalkspath (polymorpher und darüber syngenetischer) mit reichen Silbererzen.

2) Besondere Formeln, vorzüglich in Drusen Freiberger Gänge, sind z. B. *a*) Manganspath mit Bleiglanz, *b*) Schwefelkies, *c*) Kalkspath, *d*) Strontianit, *e*) Manganspath, *f*) Schwefelkies; oder *a*) Hornstein mit Kiesen, *b*) Schwerspath, *c*) Braunspath, *d*) Kalkspath; oder *a*) Schwerspath, *b*) Kupferkies, *c*) Kalkspath, *d*) Braunspath, *e*) Schwefelkies; oder *a*) Arsenkies, *b*) Quarz, *c*) Kupferkies, *d*) Eisenspath, *e*) Eisenkies.

3) In Blasenräumen einiger Mandelsteine: *a*) Grünerde, *b*) Opal, *c*) Chalcedon, *d*) Amethyst, *e*) Kalkspath; oder *a*) Amethyst, *b*) Prehnit, *c*) Kalkspath; oder *a*) Prehnit, *b*) Stilbit, *c*) Thombsonit; oder *a*) Natrolit, *b*) Apoklas, *c*) Kalkspath.

So constant aber auch diese Reihenfolge der Mineralien sich zuweilen in den verschiedenartigen Räumen wiederholt, so kann man doch nicht füglich annehmen, dafs dieselbe von bestimmten Erdentwickelungsperioden abhängig sei, d. h. dafs jedes Mineral der Reihe überall denselben Zeitraum bezeichne. Es ist vielmehr wahrscheinlich, dafs dieselben Reihen zuweilen ungleichen Zeitperioden angehören und nur durch physikalische und chemische Gesetze, d. h. durch ungleiche Schwere, Anziehung, Auflösungs-, Niederschlagungs, Krystallisationskraft oder Wahlverwandtschaft bedingt sind. Das wird auch durch die zuweilen stattfindende Wiederholung der Reihen bestätigt.

Eine besondere Erwähnung verdient es noch, dafs die Aufeinanderhäufung der Krystalle in den Gangdrusen zuweilen einseitig erfolgt ist, z. B. nur auf den nach unten oder nach oben gerichteten Flächen der älteren Krystalle, woraus man wohl nicht ohne Grund auf den Weg schliefsen kann, den das einseitig aufgehäufte Mineral genommen hat.

Aufser den Krystallisationen findet man in den Drusenräumen der Gänge, wie in den Blasenräumen der Mandelsteine, häufig auch Stalaktiten und an diesen zuweilen sehr sonderbare Gestaltungen, welche auf Bewegungen während oder nach ihrer Bildung hindeuten, da sie bei vollkommener Ruhe nach den Gesetzen der Schwere ganz gerade und senkrecht hätten werden müssen. Diese Bewegungen dürften theils solche des Gesteins, theils nur Luft- oder Dampfströmungen gewesen sein.

§. 121. *Veränderung oder Imprägnation des Nebengesteins.* — Das Nebengestein der Gänge zeigt häufig unmittelbar neben denselben eine etwas andere Beschaffenheit als in einiger Entfernung von ihnen, und man hat diesen Umstand gewifs nicht mit Unrecht Einwirkungen der Gänge zugeschrieben. Man kann diese Einwirkungen in folgende Abtheilungen bringen.

1) Das Nebengestein ist zerklüftet; sind dabei diese Klüfte mit feinem Erzanflug bedeckt, so ist das eine Art der Imprägnation.

2) Das Nebengestein ist besonders verwittert, zersetzt, gebleicht, entfärbt oder dergleichen, mehr oder weniger analog den Erscheinungen, welche die Einwirkung der Atmosphäre an der Oberfläche hervorbringt.

3) Das Nebengestein ist von Kieselerde durchdrungen, verkieselt und dadurch besonders hart und fest.

4) Das Nebengestein ist von irgend einem Metalloxyd durchdrungen und dadurch gefärbt, z. B. durch Eisenoxyd roth oder braun, durch Kupferoxyd grün. Das ist eine zweite Art der Imprägnation.

5) Das Nebengestein enthält krystallisirte Bestandtheile des Ganges gewissermafsen als accessorische Gemengtheile in sich, z. B. Bleiglanz, Eisenkies oder dergleichen. Das ist die dritte der Imprägnation.

Diese Veränderungen kommen natürlich auch combinirt mit Art einander vor.

§. 122. *Materialien der Gangausfüllung.* — Man unterscheidet vom bergmännischen Standpuncte aus in der Ausfüllungsmasse der Gänge: Gangarten und Erze. Unter ersteren versteht man die nicht metallreichen Mineralien, welche häufig auf Gängen vorkommen, wie z. B. Quarz, Karbonspäthe, Flufsspath, Schwerspath, unter den letzteren alle metallreichen Mineralien, welche auf Gängen gefunden werden, und das sind beinahe alle metallischen Fossilien, die man überhaupt kennt. Uebrigens pflegt man die Gänge nach dem technisch wichtigsten dieser Erze zu benennen, z. B. Goldgänge, Silbergänge, Bleigänge, Kupfergänge, Eisensteingänge u. s. w., ohne dafs diese

Benennungen vom wissenschaftlichen Standpuncte stets als ganz geeignet betrachtet werden können. Häufig ist aber der Unterschied derselben zugleich ein auch geognostisch ganz begründeter, und jedenfalls wird es gut sein, für's Erste diese einmal verstandenen Abtheilungen möglichst beizubehalten.

Aufser den wahren Gangarten und Erzen kommen nun aber auch noch andere Ausfüllungsmassen auf Gängen vor, die man dennoch im Allgemeinen zu den Ausfüllungen der Erzgänge zu rechnen pflegt, und zwar:

1) Zertrümmertes oder verdrücktes Nebengestein, welches vielleicht nur hie und da auf den trennenden Klüften etwas Erzanflug enthält, und

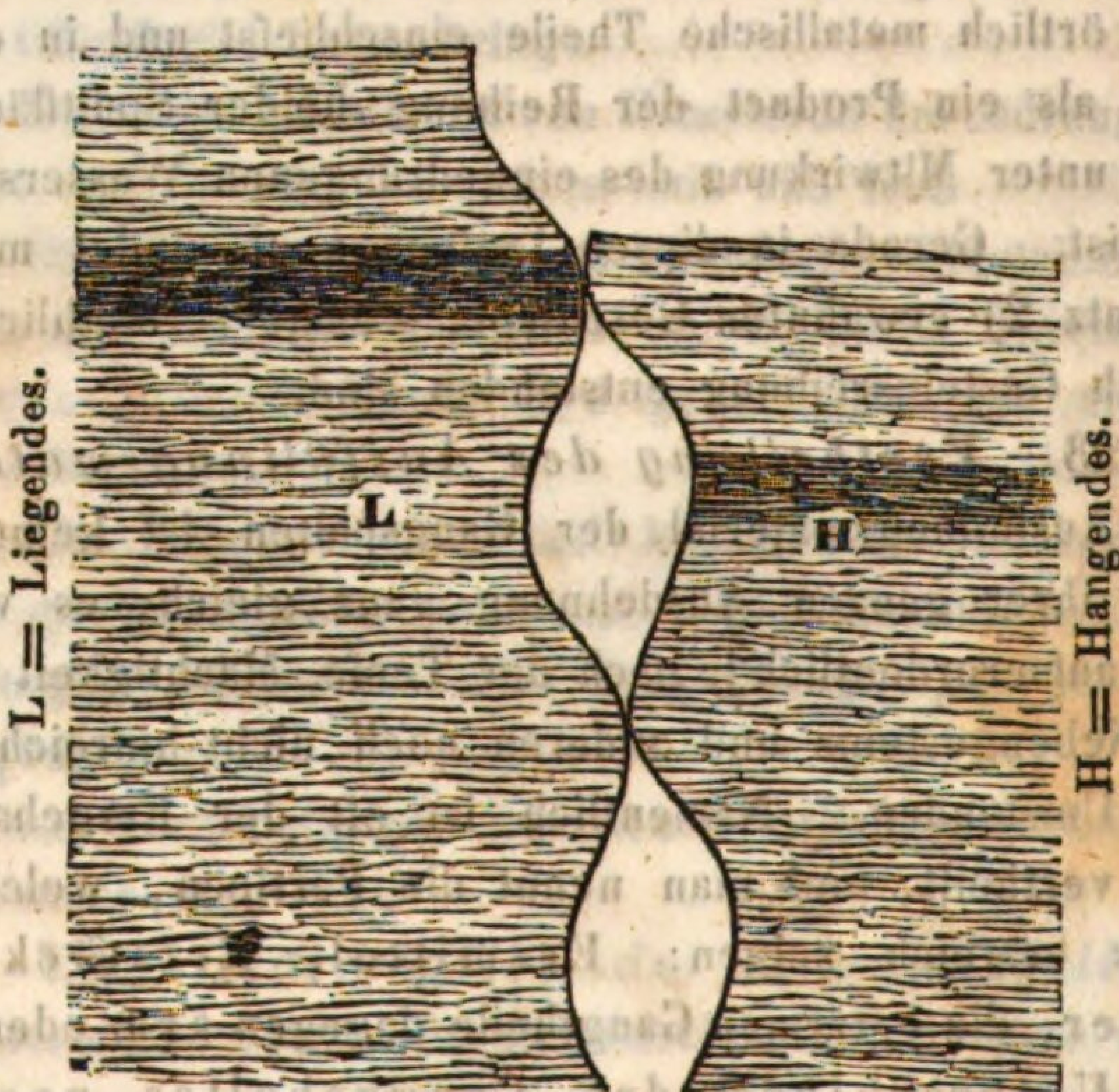
2) Letten (Lettengänge, Lettenklüfte), der auch wieder zuweilen örtlich metallische Theile einschliefst und in der Regel wohl als ein Product der Reibung beider Spaltflächen an einander unter Mitwirkung des eingedrungenen Wassers zu betrachten ist. Gerade in diesen Lettengängen findet man jene §. 49, Satz 2) erwähnten Geschiebe, welche vermuthlich ebenfalls durch Gesteinsreibung entstanden sind.

§. 123. *Vertheilung des Ausfüllungsmaterials.* — Das Ausfüllungsmaterial der Gangspalten ist keinesweges immer in ihrer ganzen Ausdehnung ganz gleich, es wechselt vielmehr aufserordentlich je nach der Teufe, Mächtigkeit und Natur des Nebengesteins und anderen noch nicht hinreichend erkannten Umständen. Namentlich ist oft der Erzgehalt sehr ungleich vertheilt, und man nennt die Partieen, welche sich besonders erzreich zeigen: Erzmittel, Erzstöcke oder Erznester, die erzarmen Gangtheile dagegen arm oder taub.

1) Unterschiede des Ganggehaltes nach der Teufe. Es ist eine sehr gewöhnliche Erscheinung, dafs Gänge in oberen Teufen oder vielmehr am Ausgehenden in gewissem Grade zersetzt und manche ursprüngliche Gemengtheile derselben durch Oxydation und Verbindung mit Wasser in neue umgewandelt sind, z. B. Bleiglanz in Weifs-, Quell- oder Grünbleierz, Spatheisenstein oder Eisenkies in Brauneisenstein u. s. w.; aufserdem hat man aber auch vielfach einen ursprünglichen Unterschied beobachtet, für den die ausreichende Erklärung

noch fehlt. Manche von den besonders gehaltreichen Freiberger Silbergängen sind in oberen Teufen sehr eisenreich gewesen; man nannte das ihren Eisenhut und gründet darauf sogar die alte Regel: „es thut kein Gang so gut, er hat einen eisernen Hut." Etwas Aehnliches hat Fournet in der Gegend von Villefranche mehrfach beobachtet. Viele solche bergmännische Regeln mögen freilich auf sehr vereinzelten Erfahrungen beruhen, und sie dürfen deshalb nur mit der gröfsten Vorsicht zu den Thatsachen gesellt, aber doch auch nie ganz übersehen werden.

2) Unterschied des Ganggehaltes nach der Mächtigkeit. Wenn ein Gang sehr ungleiche Mächtigkeit besitzt, sich bald zusammendrückt, bald aufthut, was durch jede



Verschiebung bei einer etwas unebenen Spalte nothwendig bewirkt werden mufste, wie diefs in vorstehender Skizze als Extrem dargestellt ist, so wirkt dieser Umstand zuweilen nicht blofs auf Verringerung oder Vermehrung seiner Masse ein, sondern es hat derselbe auch sehr häufig auf die Qualität seines Gehaltes Einflufs. Bei lagenförmiger Anordnung der Gemengtheile ist diefs, wenn z. B. die mittleren Lagen die edelsten sind, ganz natürlich, denn diese mittleren Lagen haben an den zusammen-

gedrückten Stellen des Ganges oft gar keinen Raum zu ihrer Ausbildung mehr vorgefunden. Doch scheinen selbst bei massiger Ausfüllung ähnliche Differenzen einzutreten. An ganz zusammengedrückten Stellen bestehen die Erzgänge oft nur noch aus sogenannten Lettenklüften.

3) Unterschied des Ganggehaltes je nach der Natur des Nebengesteines. Am entschiedensten ist der Einflufs, welchen in dieser Beziehung die Gänge gegenseitig auf einander ausüben, da, wo ein älterer Gang das Nebengestein eines jüngeren bildet, und es beschränkt sich derselbe merkwürdiger Weise nicht auf eine Veredelung oder Anreicherung der jüngeren Gänge bei Durchsetzung älterer, sondern auch diese letzteren erhalten dadurch häufig in der Nähe des Contactes einen Zuwachs an Metallgehalt; ja man kann es beinah als eine allgemeine Regel betrachten, dafs die Gänge auf ihren Kreuzen reicher sind, als in ihrem übrigen Verlaufe. Wenn diefs selbst für ältere Gänge gilt, so mufs wohl nothwendig ein Eindringen, eine Art von Imprägnation in dieselben, von den sie durchsetzenden jüngeren Gängen ausgehend, stattgefunden haben.

So allgemein aber auch diese Regel ist, so ist sie doch keinesweges ohne Ausnahme, und innerhalb derselben finden viele Modificationen statt, so namentlich die, dafs gewisse Gänge bei ihrem Zusammentreffen vorzugsweise reiche Kreuze bilden, während andere sich nur wenig oder nicht veredeln. Die Erfahrungen hierüber müssen für jeden Gangdistrict besonders gesammelt werden, sie erlauben zur Zeit noch keine Verallgemeinerung.

Noch weit isolirter stehen aber bis jetzt die Erfahrungen über die Einwirkungen der von Gängen durchsetzten Gebirgsgesteine auf die letzteren; ich wage deshalb in dieser Beziehung nur einige Thatsachen als Beispiele anzuführen und zu bemerken, dafs diese Einwirkungen offenbar theils mechanischer, theils chemischer Natur sind, indem sie theils auf der Festigkeit und Zerspaltungsweise der Gesteine, theils aber auch auf ihrer inneren Natur, d. h. ihrer Wärmeleitungsfähigkeit, ihrem Verhalten zu Magnetismus und Elektricität und ihrer chemischen Reac-

tionsfähigkeit gegen die in den Spalten niederzuschlagenden Substanzen beruhen. In dieser Beziehung interessante Beispiele sind folgende:

1) Der Wenzelgang bei Fürstenberg in den Vogesen durchsetzt nach Voltz 4 verschiedene Gneifslagen; die obere ist sehr glimmerreich, darunter folgt eine thonschieferartige, dann, eine hornblendehaltige und zuletzt eine fast glimmerleere; in der oberen besteht er fast nur aus einer tauben Lettenkluft, in der zweiten erlangt er plötzlich eine Mächtigkeit von 18 Zoll und besteht aus Schwerspath, Silberantimon, Rothgiltigerz und silberhaltigem Fahlerz, in der dritten dauern die Mächtigkeit und der Schwerspath fort, aber die Silbererze fehlen, in der vierten endlich zeigt sich der Gang anfangs silberreich wie in der zweiten, dann treten aber an die Stelle der Silbererze Selenit, etwas Bleiglanz und Spuren von gediegenem Schwefel.

2) Die Bleigänge von Derbyshire, welche den *metalliferous limestone* und zugleich den *Toadstone* (ein Hornblendegestein) durchsetzen, zeigen dabei nicht nur einen Wechsel der Mächtigkeit, sondern auch des relativen Reichthums. Während sie im Kalkstein compacte Gänge bilden, zerschlagen sie sich im Toadstone in lauter parallele feine Klüfte, die nur noch etwas Bleiglanz enthalten. Der Unterschied ist so grofs, dafs man oft geglaubt hat, sie verschwänden im Toadstone ganz.

3) In Cumberland sind die Bleigänge, welche im Grauwackengebiet aufsetzen, selbst abgesehen von ihrer Mächtigkeit, in der Regel viel reicher, so lange sie Kalkstein zum Nebengestein haben, als wenn dieses aus Grauwackensandstein oder Grauwackenschiefer besteht; in den dort *plate* genannten verhärteten Thonschichten enthalten sie oft nichts als Letten.

4) Die Gänge von Kongsberg in Norwegen sind im Glimmerschiefer sehr arm, werden aber innerhalb der sogenannten Faalbänder sehr reich.

5) Die Gänge von Andreasberg am Harz, reich innerhalb des Grauwackenschiefers, verlieren ihren Reichthum im Quarzschiefer.

6) Nach Elie de Beaumont und Dufrenoy zeigen sich die Kupfergänge der Grube Huel-Alfred bei Pillack in

Cornwallis ziemlich arm, solange sie zwischen Killas (Thonschiefer) aufsetzen, werden aber reich, sowie sie mit den Elvans (Porphyrgängen) in Contact kommen, die sie ebenfalls durchsetzen.

7) Das syenitische Granitgebiet von Balophas, Monelas, Tubenes und Cueros in Mexiko wird von Dioriten und Aphaniten durchbrochen, alle diese Gesteine sind aber wieder von Kalkspathgängen durchsetzt, welche nach E. Schleiden's Beobachtung nur innerhalb dieser Grünsteine gediegen Silber führen.

8) Nach Freiesleben sollen viele Gänge, welche innerhalb des Zechsteins Kobalterze führen, bei ihrem Niedersetzen in das Rothliegende aus Spatheisenstein bestehen (geogn. Arb. 4. S. 18 u. 19.)

9) Am Heidelberge bei Glücksbrunn zeigen sich die sogenannten Rücken (schwache Gänge) nur so lange kupfer- und kobalthaltig, als sie den Kupferschiefer oder das Weifsliegende durchsetzen; darüber, im Zechstein, und darunter, im Rothliegenden, bestehen sie nur aus Späthen (besonders Schwerspath) und sind total unbauwürdig.

10) Zu Bräunsdorf bei Freiberg findet sich im gewöhnlichen Glimmerschiefer unregelmäfsig eingelagert ein durch Kohlenstoffgehalt schwarzes graphitisches Schiefergestein, und innerhalb dieses sogenannten schwarzen Gebirges sind die dasigen Silbererzgänge vorzugsweise reich; so wie sie aber dasselbe verlassen und in den gewöhnlichen grauen Glimmerschiefer eindringen, werden sie nach alten Erfahrungen gewöhnlich ärmer, zerschlagen sich auch wohl sogleich ganz in taube Klüfte.

11) Gegen Süden von Freiberg scheint die besondere Textur-Beschaffenheit des Gneises die eigentliche Ursache des Aufhörens bergmännischen Betriebes zu sein, denn die vielen Gänge, welche sich bis an diese, allerdings nicht genau zu bezeichnende Textur-Grenze innerhalb des Gneifses verfolgen lassen, können schwerlich hier alle schon ihre natürliche Endschaft als Spalten erreicht haben. Aber das Gestein dürfte der regelmäfsigen Spaltenbildung zu ungünstig gewesen sein.

Viele ähnliche Fälle finden sich ferner erwähnt in Kühn's

Geognosie II. §. 636 u. f. und in v. Beust's Kritik der Wernerschen Gangtheorie S. 125 u. f.

§. 124. *Gangformationen.* — Schon mehrfach hat man Versuche gemacht, die Gänge in Formationen zu gruppiren, ungefähr so wie die Schichtgesteine. Diese Versuche sind aber bis jetzt nur für gewisse Localitäten und auch für diese nur unvollständig gelungen. Man hat bei solchen Versuchen vorzugsweise nachstehende Umstände zu beachten:

1) die durchsetzten Gesteine oder Grundgebirge,
2) die etwa nachweisbaren, jüngeren Gesteine, in welche die Gänge nicht eindringen,
3) die Eruptivbildungen der Gegend und ihre Beziehungen zu den Gängen,
4) das Streichen der Gänge, ob parallel unter sich, mit Eruptivgesteinen, oder mit gewissen Erhebungslinien (?),
5) das gegenseitige Verhalten der Gänge, und
6) das Ausfüllungsmaterial der Gänge und die Reihenfolge der Mineralien in demselben.

Nicht unwahrscheinlich ist es, dafs gewisse, durch besondere metallische und andere Mineralien charakterisirte Gangausfüllungen in sehr vielen Gegenden der Erde ungefähr gleichzeitig entstanden sind, wofür z. B. der Umstand spricht, dafs sie sich häufig unter analogen äufseren Verhältnissen, z. B. zwischen gleichen Gesteinen oder Formationen oder mit gleichen Eruptivgebilden, zusammen finden. Aber solche Gleichzeitigkeit der Bildung wissenschaftlich nachzuweisen, ist bei ihnen dennoch meist sehr schwer, da weder ein unmittelbarer Zusammenhang, noch auch solche Hülfsmittel, wie die Versteinerungen der Flötzformationen, vorhanden sind.

§. 125. *Freiberger Gangformationen.* — Da die Freiberger Erzgänge seit langer und besonders seit Werner's Zeit vielfach der Gegenstand genauer Untersuchung und des Versuches der Eintheilung in Formationen gewesen sind, so möge eine kurze Beleuchtung ihrer Formationsverhältnisse hier als Beispiel eines solchen Eintheilungsversuches Platz finden, an welchen sich dann die kurze Aufzählung einiger anderer Gangvorkommnisse und ähnlicher Erzlagerstätten an-

reihen kann. Der Verf., nicht lange und genau genug durch eigene Beobachtung mit den Freiberger Gängen bekannt, beschränkt sich darauf, das, was ihm geeignet erscheint, aus folgenden Werken mitzutheilen: Werner, Theorie von der Entstehung der Gänge 1791, v. Weifsenbach, Abbildungen merkwürdiger Gangverhältnisse 1836, v. Herder, der tiefe Meifsner Erbstollen 1838, v. Beust, kritische Beleuchtung der Werner'schen Gangtheorie 1840 und Gangkarte der Freiberger Bergrefiere 1842, und Freiesleben, die sächsischen Erzgänge 1843 u. 1845.

Werner theilte die Freiberger Erzgänge je nach ihrem Mineral- und Metallgehalte, so wie nach der Art ihrer Verbreitung in 8 Formationen und mehre Unterabtheilungen, v. Weifsenbach legte einen besonderen Werth auf die gesetzmäfsige Aufeinanderfolge gewisser Ganglieder oder Mineralgemenge, welche nach ihm die eigentliche Formationsreihe oder vielmehr die Glieder einer Formation, darstellen, und von denen ungleiche Antheile in den einzelnen individuellen Gängen oder Ablagerungslocalitäten vereinigt sind, v. Herder unterschied 5 Formationen, von denen jedoch nur 4 eine Hauptrolle spielen, v. Beust lenkte die Aufmerksamkeit vorzüglich auf das parallele Streichen gewisser Ganggruppen, und Freiesleben unterschied für das gesammte sächsische Erzgebirge 14 Hauptgangformationen mit vielen localen Unterabtheilungen und sporadischen Gangformationen.

Die Freiberger Erzgänge setzen der Hauptsache nach in Gneifs auf, durchsetzen aber zugleich Porphyr und Gabbro, welche in diesem Gneifsgebiet sich finden, und dringen gegen Norden in den Glimmerschiefer und selbst bis in den Thonschiefer ein. Der dolomitische körnige Kalkstein, welcher bei Memmendorf einen mächtigen Gang bildet, soll dagegen die Erzgänge durchsetzen, und in dem Quadersandstein, welcher östlich über Gneifs und Porphyr lagert, hat man noch nie eine Spur ihres Fortsetzens gefunden.

Mit den Porphyren scheinen diese Erzgänge in nächster Beziehung zu stehen; denn wenn sie auch bei Freiberg die isolirten Porphyrgänge scharf und bestimmt durchsetzen, so

kommen doch in dem benachbarten gröfseren Porphyrgebiete des Tharander Waldes, bei Hutte, im Porphyr selbst, und da, wo der Porphyr die Kalksteinlager des Schiefergebietes berührt (Tharand und Braunsdorf), auch in diesen analoge Erztheile vor, so wie denn selbst die geographische Verbreitung der Freiberger Erzgänge ungefähr mit der des Porphyrs zusammentrifft. Hierüber habe ich mich in den Bemerkungen zu Fournet's Schrift über die Erzgänge u. s. w. vor Kurzem ausführlicher ausgesprochen.

Dem Streichen nach zerfallen die Freiberger Gänge in drei Hauptgruppen oder Gangzüge und eine vierte sehr untergeordnete Gruppe. Der erste und wichtigste dieser Züge streicht ungefähr h. 3, also aus SW nach NO, ein zweiter ungefähr h. 12, also aus S. nach N., diese beiden sind jedoch nicht immer ganz scharf von einander zu trennen, ein dritter Zug folgt der Hauptrichtung h. 9, und gewisse untergeordnete und zerstreute Gänge streichen im Allgemeinen h. 6. Jene erstere Richtung, h. 3, läuft ungefähr parallel der allgemeinen Erhebung des Erzgebirges und dem benachbarten ellipsoidischen Weifssteingebiete, die dritte, h. 9, läfst sich der Richtung des Elbthales, der Hohnsteiner Erhebungslinie, der Sudeten und der benachbarten Porphyre im Allgemeinen vergleichen, die Richtungen h. 6 und h. 12 könnten aus einer Zerlegung der Kräfte resultiren.

Im Allgemeinen durchsetzen sich die Freiberger Erzgänge in der Reihenfolge, wie sie nachstehend in Formationen geordnet sind, so dafs die unter 1) charakterisirten als älteste von den anderen durchsetzt werden u. s. f.; doch giebt es auch Fälle, in welchen zwei sogenannte Formationen dieselbe Spalte erfüllen, oder in welchen umgekehrt Gänge derselben Formation sich durchsetzen. Dabei zeigen sich fast bei allen und besonders bei den mit Schaarungen verbundenen Durchkreuzungen dieser Gänge Veredelungen, die sich sogar in der diagonalen Richtung der meisten alten Abbaue zu erkennen geben.

Was nun das Ausfüllungsmaterial der Freiberger Gänge anlangt, auf dessen Verschiedenheit man vorzugsweise ihre Abtheilung in Formationen begründet hat, so dürfte es zweckmäfsig sein, bei dessen Schilderung sogleich die wichtigsten Formationseintheilungen, welche versucht worden sind, hier

folgen zu lassen. Ich wähle dabei die Herder'sche Eintheilung als Norm und reihe die übrigen als Synonyma ein. Danach werden unterschieden:

1) Die kiesige Bleiformation umfafst die erste oder silberhaltige Bleiformation, die dritte oder silberarme Bleiformation und z. Th. auch die siebente oder Rotheisensteinformation Werner's, welche letztere in ihr als Eisenhut auftritt, die Züger und die Tuttendorfer Formation Freiesleben's. Oft wird sie auch Freiberger Bleiformation genannt. v. Weifsenbach's 4 Glieder sind zuweilen alle darin vertreten.

Sie enthält als Gangarten hauptsächlich Quarz und Hornstein, Braunspath, Kalkspath und Spatheisenstein, seltener und z. Th. in Drusen Chlorit, Schwerspath und Flufsspath, als Erze: silberhaltigen Bleiglanz, Blende, Arsenkies, silberhaltigen Eisenkies und Kupferkies, selten Fahlerz, Buntkupfererz und Rothgiltigerz, am Ausgehenden oft Rotheisenstein und Eisenglanz.

Die Textur der Gänge ist massig oder unvollkommen lagenförmig mit einfacher Symmetrie in folgender Ordnung: 1) Quarz, 2) Bleiglanz, Blende und Kiese, 3) Braunspath und Spatheisenstein, 4) Kalkspath. Die mittlere Mächtigkeit der Gänge ist 1 Meter ($\frac{1}{2}$ Lachter).

Es gehören dazu ein grofser Theil der Gänge des sogenannten Hauptzuges, h. 3 streichend, ein kleiner des Morgenzuges und ein noch kleinerer des Abendzuges, im Ganzen ungefähr 280 Gänge der Umgegend von Freiberg.

Beispiele sind die Gänge: Leander-Stehender auf alte Mordgrube, Abraham-Stehender, Gottlob-Morgengang und Jung-David-Stehender auf Himmelfahrt, Abendsterner Morgengang, Ludwig-Stehender, Laura-Flacher- und Dietrich-Stehender auf Neue-Morgenstern.

2) Die edle Bleiformation umfafst die zweite oder silberhaltige Bleiformation und z. Th. die Rotheisensteinformation Werner's (als Eisenhut), sowie die Bränder Formation Freiesleben's und wird oft auch Braunspathformation genannt. Von v. Weifsenbach's 4 Gliedern enthält sie besonders das erste und zweite, in Drusen auch das vierte.

Als Gangarten enthält sie vorzüglich Braunspath, Manganspath und Quarz, seltener Kalkspath, Schwerspath und Spatheisenstein, als Erze: silberhaltigen Bleiglanz, silberhaltige Blende, silberhaltigen Eisenkies, Arsenkies, Rothgiltigerz, Weifsgiltigerz, sprödes und geschmeidiges Glaserz, gediegen Silber, Federerz und am Ausgehenden Rotheisenstein.

Die Textur dieser Gänge ist meist etwas deutlicher lagenförmig als die der vorigen, zuweilen wohl sogar mit sich wiederholender Symmetrie der Lagen. In der Mitte finden sich oft Drusen. Die Reihenfolge der Lagen ist: 1) Quarz, 2) Blende, Bleiglanz und Kiese, 3) Braunspath (bis hierher der ersten Formation entsprechend), 4) Glaserz, Rothgiltigerz, Weifsgiltigerz, Bleiglanz und Schwefelkies, 5) Quarz, 6) Kalkspath und Federerz. Die mittlere Mächtigkeit der Gänge ist 4 bis 10 Zoll, doch auch bis 2 Meter.

Es gehören dazu besonders viele Gänge im südlichen Theile des Hauptzuges h. 3, sowie in derselben Gegend viele ungefähr h. 12 streichende Gänge, im Ganzen bei Freiberg über 300.

Beispiele sind die meisten Gänge der Grube Beschert-Glück, z. B. der Carl-Morgengang, Traugott-Stehender, Neuhohbirkner Stehender, Christian-Stehender, Ludwig-Stehender, Hülfe-Gottes-Stehender u. s. w., viele Gänge der Grube Himmelsfürst, z. B. der Wiedergefundene-Glück-Stehender, David-Stehender, Grün Rosener Stehender, Teicher-Flacher, Jupiter-Stehender u. s. w.

3) Die edle Quarzformation umfafst den Anhang zur zweiten oder silberhaltigen Bleiformation und die Rothgiltigerz- und Spiefsglaserz-Niederlage Werner's, sowie die Braunsdorfer Formation Freiesleben's und wird oft auch Nossener Formation genannt. Von v. Weifsenbach's Gliedern enthält sie als Hauptmasse nur das erste, in Drusen aber das vierte.

Die Gangart ist vorherrschend Quarz; krystallinisch oder hornsteinartig, untergeordnet treten Braunspath, Manganspath, Kalkspath, Strontian und Flufsspath auf. Die einbrechenden Erze sind: Rothgiltigerz, Weifserz, Glaserz, gediegen Silber, silberhaltiger Arsenkies und seltener silberhaltiger Bleiglanz, Blende, Weifsgiltigerz, grau Spiefsglaserz, Federerz, Eisenkies.

Die Textur ist sehr häufig breccienartig oder sogenannte Sphärentextur, aufserdem massig mit vielen unregelmäfsigen, oft in den Zwischenräumen der Bruchstücke vertheilten Drusen. Die mittlere Mächtigkeit der Gänge ist beträchtlich, sie beträgt oft mehre Meter.

Sie bilden vorzugsweise den sogenannten Abendzug. Es sind bei Freiberg gegen 150 Gänge dieser Formation bekannt.

Beispiele sind: Sämmtliche Hauptgänge der Grube Neue Hoffnung Gottes bei Bräunsdorf theils Stehende, theils Morgengänge, der Joseph- und Wolfgang-Morgengang auf Segen Gottes zu Gersdorf, der Reinsberger Glück-Morgengang auf Emanuel, der Helmrich-Spaatgang auf Gesegnete-Bergmannshoffnung.

4) Die barytische Bleiformation umfafst Werner's vierte oder silberarme Bleiformation (z. Th.), dessen fünfte oder Gediegen-Silber-Glaserz- und Glanzkobaltformation und dessen sechste oder Arsenikformation; es ist Freiesleben's Halsbrückner Formation, die oft auch Spathformation genannt wird. Von den Weifsenbach'schen Gliedern enthält sie namentlich das erste, dritte und vierte.

Die Gangarten sind vorherrschend Schwerspath und Flufsspath, untergeordnet Quarz, selten Spatheisenstein, Kalkspath und Braunspath. Als Erze treten darin auf: silberhaltiger Bleiglanz, Grün- und Schwarzbleierz (als Zersetzungsproducte am Ausgehenden), Eisenkies, braune Blende, siberreiches Fahlerz, Kupferkies, lichtes Rothgiltigerz, gediegen Arsen, Rauschgelb, Grauspiefsglaserz, gediegen Silber, Glaserz, Glanzkobalt, selten: Kupfernickel, sehr selten: Eisenglanz und Rotheisenstein.

Die Textur ist ausgezeichnet lagenförmig mit symmetrischen, oft wiederholten Lagen. In der Mitte finden sich oft schöne Drusen mit stets in derselben Ordnung aufeinander gehäuften Krystallen. Die mittlere Mächtigkeit der einzelnnn Gänge ist 2 bis 3 Fufs, doch liegen oft mehre (als sogenannte Doppelgänge) sehr nahe, selbst unmittelbar neben einander.

Sie gehören vorzugsweise dem sogenannten Querzuge an und sind meist Spaatgänge h. 9. Doch findet sich diese jüngste der genannten Freiberger Formationen auch als mittleres Glied in einigen

älteren Gängen. Man kennt bei Freiberg über 130 hierzu gehörige Gänge.

Beispiele sind besonders alle die zum Halsbrückner Spath gehörigen einzelnen Trümmer, der Drei-Prinzen-Spath, der Ludwig-Spath, der Neu-Weifs-Rosener-Spath u. s. w.

Anhangsweise ist nun noch

5) die Kupferformation anzuführen, welche auch Werner und Freiesleben Kupferformation genannt haben und welche besonders das erste und dritte Glied v. Weifsenbach's enthält.

Die Gangarten sind Quarz und Amethyst, wenig Flufsspath und noch weniger Schwerspath und Kalkspath, die Erze hauptsächlich: Kupferkies, Eisenkies, Kupferglas, Buntkupfererz, gediegen Kupfer, Malachit, Kupfergrün, Kupferlasur, selten Kobalt, Fahlerz, Bleiglanz, schwarze Blende und Eisenocker.

Die Textur ist massig, höchstens einfach symmetrisch ohne deutliche Lagen, die mittlere Mächtigkeit ½ bis 2 Fufs.

Es gehören dazu nur etwa 6 Spathgänge des Morgenzuges im südlichen Felde, darunter der Gottlob-Spath auf Junge Hohe Birke, welcher zugleich barytische Bleiformation enthält, der Franzer- und der Heinricher-Spath auf Neuer-Morgenstern.

Alle diese Freiberger Gangformationen kommen nun keinesweges immer ganz isolirt und getrennt von einander vor, vielmehr tritt öfter der Fall ein, dafs die Materialien jüngerer Formationen die mittleren Theile älterer Gänge sporadisch oder den alten Salbändern parallel neu aufgerissene Spalten ausfüllen, so dafs dann gewissermafsen zwei Formationen in einem Gange oder in einem Doppelgange mit einander verbunden sind, so in Christliche-Hülfe-Stehendem auf Alte-Hoffnung-Gottes zu Grofsvoigtsberg die edle Bleiformation mit der edlen Quarzformation, im Reinsberger Glück-Morgengang auf Emanuel die edle Quarzformation und die barytische Bleiformation, im Gottlob-Spath auf Junge-Hohe-Birke die Kupferformation und die barytische Bleiformation. Sehr häufig finden sich in den Drusen älterer Gänge die Mineralien neuerer Formationen und Werner's Arsenikformation war z. B. nichts Anderes als der örtlich isolirt auftretende, in manchen Gängen auch ganz fehlende mittlere Theil der ba-

rytischen Bleiformation. Das Alles läuft auf v. Weifsenbach's Gangglieder hinaus, die nicht an bestimmte individuelle Gänge gebunden sind, und welche in der That wohl die richtigste Altersscala liefern. Dennoch würde es für den Bergmann unbequem sein, wenn er nicht gewisse Ganggruppen unter der einmal dafür üblichen Benennung der Formationen unterscheiden und sie auf bestimmte Gangindividuen beziehen könnte; für diesen Zweck scheint aber die Eintheilung v. Herder's die befste, weil sie, obwohl mineralogisch begründet, doch auch sehr mit der Vertheilung in einzelne Localitäten und Gangspalten harmonirt.

§. 126. *Andere Gangformationen.* — Bei Freiberg hat man nach dem Vorstehenden die fast sämmtlich durch Silber- und Bleigehalt und eine auch sonst ähnliche Zusammensetzung bezeichneten Erzgänge schon in mehre Formationen zu ordnen gesucht, die in ihrer Bedeutung höchstens den einzelnen Gliedern der Flötzformation gleichgestellt werden können. Ueberblickt man die Erzgänge mehr im Allgemeinen, so ergeben sich darunter viel bedeutendere Unterschiede, die mit mehr Recht allenfalls denen der Flötzformationen zu vergleichen sind, aber dennoch haben dieselben bis jetzt noch nicht recht festgestellt und mit den übrigen geognostischen Eintheilungen in gleiche Kategorie gebracht werden können. Vielleicht wird diefs künftig durch eine weitere Nachweisung ihrer Coordination zu bestimmten Massengesteinen sehr erleichtert werden. Für jetzt will ich hier nur andeutungsweise eine kurze Uebersicht einiger besonders bekannter sogenannter Gangformationen mittheilen, ohne mir über deren Zusammengehörigkeit und relatives Alter irgend ein bestimmtes Urtheil zu erlauben.

1) In die Kategorie der vorzugsweise blei- und silberhaltigen Erzgänge, in denen fast nie die Zinkblende fehlt, gehören aufser den Freiberger Gängen, z. B. die von Joachimsthal, Schlaggenwalde und Brezzibram in Böhmen, die Gänge bei Gofslar, Clausthal, Andreasberg und Harzgerode, in der Grauwacke des Harzes aufsetzend und vielleicht mit Grünsteinen in Beziehung stehend, die Gänge im Grauwackengebiete der Lahngegend, z. B. bei Holzappel, und unweit Brilon in West-

phalen, die bei Haus-Baden unweit Badenweiler, ebenfalls in Grauwacke aufsetzend.

Aufserhalb Deutschland sind von den wahrscheinlich hierzu gehörigen besonders wichtig:

In Frankreich, die Gänge bei Pont-Gibaud, Villefort, Villefranche, Giromagny, Sainte Marie aux mines, la Croix u. s. w. [*Explic. d. l. Carte geol. d. l. Fr. I. p.* 174, 238, 418, 410 u. 468, *Burat*, *géol. appl. p.* 167, 170 u. 174.]

In England die Gänge im Kohlenkalkstein von Derbyshire.

In Spanien, die Gänge der Sierra Almagnera, in Thonschiefer aufsetzend. [Berg- u. hüttenm. Zeitung 1843 S. 457.)

In Norwegen die Gänge von Kongsberg, deren Nebengestein Gneifs, Glimmerschiefer und Hornblendegesteine sind.

In Sicilien und Calabrien die Gänge von San Lucia, Novara, Mandrazzo, Rosali, Bagaladi u. s. w., welche alle in krystallinischen Schiefergesteinen aufsetzen [Jahrb. 1844S. 372.]

Am Altai die Gänge von Kolyvan und Zyrianofsk, welche letztere in chloritischem Talkschiefer aufsetzen und mit einem Eisenhute versehen sind. [*Burat*, *géol. appl.* p. 163.]

In Mexiko die Veta grande und die Veta de la Biscaina bei Catorce, die Veta nigra bei Sombrerete u. s. w. [Jahrb. 1811 S. 245 u. 247 u. 1813 S. 251.]

In Peru die Gänge bei Chota, Gualgayok und Mikuipampa, z. Th. mit Eisenhüten. [Jahrb. 1813 S. 254.]

In Buenos-Ayres die Gänge von Potosi, am Ausgehenden mit Zinnerzen. [Jahrb. 1813 S. 256.]

2) Silber- und zugleich bedeutend goldhaltig, übrigens aber ähnlich wie die Freiberger zusammengesetzt sind z. B. die Gänge von Schemnitz, Kremnitz und Kapnick in Ungarn, von Zell in Tyrol, von d'Allemont bei Grenoble, sowie von Zatacetas und Quanaxuato in Mexiko.

3) Vorzugsweise aus goldhaltigen Kiesen, Eisenoxyd und Quarz, oft mit vielem gediegenen Gold, bestehen die Gänge von Berezoff am Ural, von la Gardette bei l'Oisans in den französischen Alpen, von Trinidad und Santa Rosa in Neu-Granada, und von Minas Geraes, Gongo Soco und Catta Preta in Brasilien.

4) Durch Kobalt, Nickel, Wismuth und Arsen, nebst etwas Silber und Blei ausgezeichnet sind die übrigens den Freiberger Silbergängen ziemlich ähnlich zusammengesetzten Gänge von Schneeberg und Johanngeorgenstadt, Annaberg und Marienberg im Erzgebirge. Bemerkenswerth ist, dafs aller früher in ihnen vorhanden gewesene Schwerspath in Quarz umgewandelt ist.

An diese schliefsen sich dann

5) die gewöhnlich zugleich kupferhaltigen sogenannten Kobaltrücken, welche vielfach den Kupferschiefer durchsetzen, z. B. bei Kamsdorf, Katterfeld und Glücksbrunn im Thüringer Wald, zu Bieber bei Hanau und bei Ringelsdorf in Hessen. Sie enthalten aufser den Kobalt-, Kupfer-, Wismuth-, Spiesglanz- und Arsenerzen gewöhnlich Kalkspath, Braunspath, Schwerspath und etwas Quarz. Hierzu wird auch der Kobalt- und Kupfererzgang Wilder-Bär bei Eisenfeld in der Siegenschen Grauwacke zu rechnen sein.

6) Antimonerzgänge, in der Regel goldhaltig, mit Quarz, Kalkspath, Schwerspath und dergl. finden sich im Gneifs bei Mobendorf unweit Freiberg, wo ihre Erze aber auch sporadisch in einigen 20 Gängen der edlen Quarzformation vorkommen, und bei Goldkronach im Fichtelgebirge, in der Grauwacke am Wolfsberg bei Harzgerode, im Glimmerschiefer und Gneifs bei Molbosc und bei Vialas in Frankreich.

7) Kupfererzgänge. Kupfererze kommen, wie erwähnt, oft mit Silber- oder Kobalterzen zusammen vor, auf einigen Gängen aber so vorherrschend, dafs man diese danach benannt hat, wie schon das Beispiel der Freiberger Kupfererzformation lehrt. Zu den wichtigsten Kupfererzgängen gehören die von Finneberg bei Rhein-Breitenbach, Viel-Salm in den Ardennen, Chessy bei Lyon (ein Contactgang zwischen Granit und Lias), Baygorry in den niederen Pyrenäen, Libethen in Ungarn, Redruth in Cornwall, Caafjord bei Alten in Finnmarken und Nijni-Tagilsk am Ural.

Die vorstehenden Erzgänge bilden (unter 1 bis 7) eine unter sich offenbar mehr als mit den folgenden verwandte Abtheilung.

8) Zinnerzgänge. Die mit dem Zinnoxyd auf Gängen

zusammen vorkommenden Mineralien sind hauptsächlich: Quarz, Turmalin, Topas, Glimmer (Phengit), Chlorit, Talk, Flufsspath, Apatit, Speckstein, Wolfram, Molybdänglanz, Arsenkies, Eisenkies u. s. w., worunter also mehre, die aufserdem als Gemengtheile krystallinischer Massengesteine auftreten. Nach Daubrée [*Ann. d. mines T. XX.* p. 65.] sind sie besonders durch Fluor- und Borverbindungen charakterisirt. Die Zinnerzgänge finden sich vorzugsweise in Granitgesteinen, welche sie oft als unzählige feine Adern durchschwärmen. Wichtige Beispiele sind die im Granit und Greisen von Zinnwald, Altenberg und Geier im Erzgebirge, im Granit von Villeder in der Bretagne und von Saint Austle in Cornwall, zwischen Granit und Gneifs bei Piniai im Departement der unteren Loire und im Thonschiefer und Porphyr von Cornwall. In Formationen, die neuer als Grauwacke, sind noch nie Zinnerzgänge gefunden worden, auch nicht in älteren Kalksteinen, sondern fast nur in solchen Gesteinen, die auch neben den Gängen etwas Zinnerz enthalten.

9) Erzführende Grünsteine. In den amphibolhaltigen Grünsteinen nehmen die metallischen Beimengungen, verbunden mit sehr vielerlei besonderen Mineralien, meist Silicaten, zuweilen so überhand, dafs dadurch der gröfsere Theil der Gesteinsmasse für den Bergmann bauwürdig wird. Auffallende Beispiele der Art sind besonders bei Schwarzenberg in Sachsen bekannt. Die dasigen erzführenden Grünsteine, sogenannten Erzlager, setzen meist ziemlich parallel der Schieferung in Glimmerschiefer auf; sehr oft sind sie von ebenfalls lagerförmigen Gängen von körnigem Kalkstein oder Dolomit begleitet, in welchen Fällen dann ihr Mineralreichthum am gröfsten und mannichfaltigsten ist. Unter den Erzen herrschen: Magneteisenerz, Magnetkies, Eisenkies, Kupferkies, Titaneisen, Zinnerz und Blende, unter den Mineralien: Hornblende, Strahlstein, Epidot, Diopsid, Quarz, Prasem, Granat, Axinit, Turmalin, Chlorit, Serpentin u. s. w. vor. Die Verwandtschaft mit den Zinnerzgängen ist hiernach unverkennbar, die Mächtigkeit aber in der Regel viel beträchtlicher.

In diese Abtheilung können wahrscheinlich auch die erzführenden Serpentine und Hornblendegesteine von Reichenberg

in Schlesien, von Talberg und Tunaberg in Norwegen, sowie von Cava del Piombo und Monte-Cottini in Toskana u. s. w. gerechnet werden.

10) Gänge und Stöcke von Magneteisenstein. Sie sind meist wohl nichts Anderes als erzführende Grünsteine oder Serpentine, in welchen der Magneteisensteingehalt ganz vorherrscht. Auch sie sind in der Regel mit Amphibol- oder Pyroxengesteinen, Epidot, Granat, Quarz und einigen Kiesen, verbunden und sehr oft von körnigem Kalkstein oder Dolomit begleitet. Beispiele der Art finden sich z. B. im Erzgebirge bei Orpus, Jöhstadt, Ehrenfriedersdorf, Engelsburg und Berggiefshübel; am Thüringer Walde bei Schmiedefeld (Schwarzer Krux); am Spitzenberg im Harz; am Puy-de-Vol in Südfrankreich, sowie vielfach in Skandinavien, am Ural und in Nordamerika.

11) Eisenglanzgänge. Im Kleinen bilden sie sich noch jetzt in Lavaspalten, in der grofsartigsten Ausdehnung sind sie auf der Insel Elba bekannt. Die Quarzgänge am Ochsenkopf im Fichtelgebirge sind sehr reich an Eitenglanz und Eisenglimmer. Auch in den Vogesen wird am Berge Ménil bei Servance ein Eisenglanzgang abgebaut.

12) Rotheisensteingänge sind im Grunde nichts Anderes als mehr dichte Eisenglanzgänge; auch sie enthalten aufserdem besonders Quarz und in Drusen Schwerspath oder Kalkspath. Hierzu gehören in Sachsen z. B. die Gänge am Rothenberg bei Schwarzenberg, bei Steinheide, Carlsfeld, Wildenthal, Rehhübel, Schönheida, Dörfel, Cranzahl, Reichstädt, Schellerhau, Bärenburg, Reitzenhain u. s. w. Auf einigen derselben ist etwas Anthrazit vorgekommen. Die Rotheisensteingänge sind sehr häufig, ich führe deshalb von den vielen bekannten nur noch ein paar Beispiele an: Polsterberg, Elbingerode, Tanne, Zorge und Andreasberg am Harz, wo sie oft auch als Contactgänge zwischen Grünstein und Grauwacke auftreten und zuweilen wie bei Tilkerode und Lehrbach zugleich etwas Selenerz und goldhaltiges Palladium enthalten. Im Thüringer Walde werden die bedeutendsten in der Gegend von Friedrichsroda bebaut. Unweit Brilon in Westphalen sind sie nach v. Dechen mit Grünsteinen verbunden. Neuf-Bois, Bus-

sang, Felleringen u. s. w. in den Vogesen, Rancié bei Vicdessos und Canigou in den französischen Pyrenäen. Aber allerdings müssen hierzu auch die sogenannten Eisenhüte mancher Silbererzgänge gerechnet werden. Sehr oft finden sich auch Kupfer- und Manganerze in Eisensteingängen.

13) Brauneisensteingänge werden in der Regel durch Umwandlung aus Spatheisenstein-, Eisenkies- (?) oder selbst aus Rotheisenstein-(?)gängen entstanden sein. Hierher gehören z. B. die Gänge von Vater-Abraham bei Scheibenberg in Sachsen, Arzberg im Fichtelgebirge, Iberg und Grund bei Elbingerode am Harz, die des oberen Ruhrthales in Westphalen und der Grube Alte-Birke bei Siegen u. s. w.

14) Manganerzgänge zeigen eine grofse Verwandtschaft mit den Eisensteingängen. Die beiden Metalloxyde durchdringen sich oft in denselben Gängen, und wo sie in besonderen Gängen neben einander auftreten, wie bei Ilmenau und Elgersburg im Thüringer Walde und bei Ilefeld am Harz, da setzen sie doch nahe neben einander und in denselben Gesteinen, gewöhnlich in Porphyren auf. Beide zeigen überdiefs noch eine aufserordentlich grofse Verbreitung in Gestalt von oft dendritischen Ueberzügen der Zerklüftungen sehr vieler Gesteine. Bei Dillenburg an der Lahn treten Manganerze auf Klüften im Dolomit auf, mit dem sie auf eine innige Weise verbunden sind, verbreiten sich aber zugleich über demselben in aufgelagerten Thon. [Karst. Arch. B. 17. S. 265.]

15) Die Eisenkieselgänge und eisenschüssigen Quarzgänge, wie sie bei Augustusbad unweit Radeberg am rothen Fall bei Geier in Sachsen und vielfach im nordwestlichen Thüringer Walde gefunden werden, bilden eine Art von Zwischenstufe zwischen den Brauneisensteingängen und

16) Quarzgängen; zu diesen rechne ich hier die Quarzbrockenfelsgänge der Gegend von Schwarzenberg in Sachsen und die fast reinen Quarzgänge von Doberschütz bei Bautzen, Schluckenau, Spitz-Kunnersdorf und Cunnewalde in der Oberlausitz, Asch im Fichtelgebirde, Valtin, Gérardmer, Herival und la Bresse in den Vogesen u. s. w.

17) Achatgänge, in ihnen wechseln Lagen von Ame-

thyst, Quarz, Chalcedon, Carneol mehr oder weniger regelmäfsig als Bandachat mit einander ab, oder es ist durch Zertrümmern und neues Zusammenkitten älterer Lagen Trümmerachat entstanden, z. B. bei Schlottwitz unweit Dresden, bei Halsbrücke unweit Freiberg, bei Ribeauville in den Vogesen u. s. w. Manchmal bildet auch Amethyst das äufsere Glied von Eisenkieselgängen.

18) Hornsteingänge, z. B. im Granit bei Carlsbad, Chalcedongänge, auf Island noch jetzt entstehend, Halbopalgänge, z. B. im Dolerit bei Steinheim unweit Hanau, und Hyalithüberzüge auf den Kluftflächen vieler Dolerite, Basalte und Phonolithe bilden endlich die letzte Abtheilung von Kieselgängen, deren Entstehung durch heifse Quellen z. Th. beinah beobachtbar ist. Fast allen Eruptivgesteinen scheinen gewisse Kieselbildungen (durch heifse Quellen?) zur Seite gestanden zu haben oder unmittelbar nachgefolgt zu sein, sie finden sich in ihnen theils auf Gängen und Klüften, theils in Blasen- und Drusenräumen, theils sogar in die Gesteine selbst eingedrungen.

§. 127. *Unterscheidung der Gänge nach Form und Lagerungsweise.* — Es lassen sich die Gänge auch nach Form und Lagerungsweise in gewisse Kategorieen bringen, die aber noch weniger den chronologischen Abtheilungen der Flötzformationen verglichen werden dürfen, als die vorstehenden. Solche Abtheilungen sind:

1) Eigentliche Spaltengänge in von der Gangmasse sehr verschiedenen Gesteinen, mit deren Textur oder Lagerung sie nicht parallel sind, gewöhnlich mit Verwerfungen verbunden; hierzu gehören z. B. fast alle Freiberger Erzgänge.

2) Lagergänge, von den obigen dadurch unterschieden, dafs sie der Textur oder Lagerung des Nebengesteins parallel gehen. Hierzu gehören die Schwarzenberger erzführenden Grünsteine, einige Freiberger und einige Harzer Silbererz Gänge u. s. w.

3) Contactgänge, welche eine Spalte oder einen Zwischenraum zwischen zwei ungleichen und in der Regel heterogenen Gesteinen ausfüllen. Oft setzen dieselben auch noch in eins der Gesteine als wahre Spaltengänge fort. Dazu

gehören die Rotheisensteingänge am Rothenberg unweit Schwarzenberg und bei Brilon in Westphalen, die Kupfererzlagerstätte bei Chassi unweit Lyon u. s. w.

4) Gänge in verwandten Gesteinen; dazu gehören die Zinnerzgänge in zinnerzführenden Gesteinen, im weiteren Sinne auch die Kalkspathgänge im Kalkstein, die Granitgänge im Granit u. s. w. Immer wird dadurch eine kurz aufeinander folgende Bildung entweder durch Secretion oder durch etwas ungleichzeitiges Erstarren und Aufdringen in Spalten des schon erstarrten Theiles angedeutet.

5) Gänge ohne Ausgehendes, wie die Kalkspathstreifen im Valorsinschiefer, sind eigentlich nur ausgefüllte Absonderungsklüfte und also nach §. 117 nicht hierher zu rechnen.

Sieht man vom geognostischen Standpunkte ganz ab, so hat es für den Bergmann auch noch Interesse, zu überblicken, in welchen Formen aufser den vorstehenden Erze vorkommen. Es sind ungefähr folgende: 1) Lager, z. B. als Kupferschiefer, 2) liegende Stöcke, z. B. im Muschelkalk bei Tarnowitz, 3) stehende Stöcke, Butzen oder Nester (Magneteisenstein), 4) in grofsen Gesteinsmassen fein eingesprengt (Gold im Freiberger Porphyr, Zinnerz in vielem Granit), 5) ausgewaschen und mit Sand und dergl. gemengt, in Seifenwerken.

§. 128. *Theorieen der Erz- und Mineralgänge.* — Es ist oft genug wiederholt worden, dafs alle wahren Gänge Ausfüllungen von Spalten sind: ist diefs als Begriff festgestellt, so haben wir hier nur zu untersuchen: wodurch entstanden die Spalten? und wie wurden sie ausgefüllt?

v. Beust hat in seiner Kritik der Werner'schen Gangtheorie (1840) bereits gezeigt, dafs allerdings durch sehr verschiedene Ursachen Gangspalten aufgerissen worden sein können (nach Werner durch Zusammensetzen der Massen, durch Lostrennung bei einseitiger Freilegung, durch Austrocknen und durch Erdbeben), dafs aber die Summe der Thatsachen dafür spricht, dafs factisch die Spalten der Erzgänge fast sämmtlich durch erdbebenartige oder Eruptions-Erschütterungen aufgerissen worden sind. Dadurch ist es auch zu erklären, dafs die

Erz- und Mineralgänge sich besonders häufig in der Nähe von Eruptivgesteinen und oft sogar an ihrer unmittelbaren Grenze, als sogenannte Contactgänge finden. Im Verlaufe unserer Betrachtungen werden wir die Entstehung der Spalten noch inniger mit dem Vorgange ihrer Ausfüllung und mit den einzelnen localen Eruptions-Perioden und Richtungen in Beziehung zu bringen suchen. Alle anderen von Werner angedeuteten Ursachen der Spaltenentstehung sind jedenfalls höchst untergeordnet und beruhen gröfstentheils auf irrigen Voraussetzungen über die Entstehungsweise der Gesteine, in welchen die Gänge aufsetzen.

Was nun die Ausfüllungsweise der Gänge anlangt, so sind hierüber, ungefähr so wie über die Entstehung des ganzen Erdkörpers und der einzelnen Gesteine, die verschiedenartigsten und z. Th. wunderbarsten Hypothesen aufgestellt worden. v. Herder hat dieselben sehr passend unter folgende 4 Abtheilungen gebracht:

1) Congeneration,
2) Lateralsecretion,
3) Descension,
4) Ascension.

§. 128. *Congenerationstheorie.* — Diese Theorie, oder vielmehr Hypothese setzt voraus, die Gänge wären mit dem Nebengestein gleichzeitig entstanden, und seien also nicht Spaltenausfüllungen. Wollte man nun auch davon absehen, dafs eine solche Hypothese mit dem oben gegebenen Begriff von Gang in Widerspruch steht, so sprechen doch auch aufserdem alle Thatsachen ohne Ausnahme und die Analogie aller beobachtbaren Vorgänge so direct gegen die Möglichkeit einer absoluten Congeneration der Gänge, dafs diese längst veraltete Ansicht hier keiner weiteren Besprechung bedarf. Eben so schwebt die etwas verwandte, von Lehmann aufgestellte Hypothese, die Erzgänge seien Zweige eines grofsen Metallbaumes im Innern der Erde, in dem Sinne, in welchem er sie aufstellt, gänzlich in der Luft und könnte kaum als poetisches Bild gerechtfertigt werden.

Die übrigen drei Principien der Gangentstehungstheorieen

verdienen dagegen um so mehr eine weitere Besprechung, da sie für einzelne Fälle wahrscheinlich alle als richtig, keine aber als ganz ausschliefslich begründet zu betrachten sind. Es darf nie übersehen werden, dafs die Gangmassen unter sich beinah eben so verschieden sind, als die einzelnen auf verschiedene Weise entstandenen Gesteine.

Und auch hier haben wir jedenfalls auf die beobachtbaren analogen Vorgänge den gröfsten Werth zu legen. Wenn auch die Bildung ganzer Gruppen von Erzgängen lediglich früheren Zeitperioden angehört, so liefern uns doch andere und die innig damit verwandten erzfreien Mineralgänge vortreffliche Anknüpfungspunkte.

§. 130. *Lateralsecretionstheorie.* — Nach dieser Theorie stammen die Ausfüllungsmassen der Gänge aus dem Nebengestein und haben sich nur in den Spalten concentrirt. Wir haben mehre auf dieses Princip begründete Erklärungen zu unterscheiden; nach der einen, z. B. von Keferstein vertretenen, sollen die metallischen Theile aller Erzgänge durch einen galvanischen Procefs aus dem schon fertigen und festen Nebengestein auf den Spalten concentrirt worden sein. Diese Erklärung setzt in ihrer Allgemeinheit metallische Theile in Gesteinen voraus, in welchen sie noch von Niemand haben nachgewiesen werden können, übersieht die sehr vielartige Zusammensetzung der meisten Erzgänge und entbehrt auch noch viel zu sehr der physikalischen Begründung. Wollte man auch dabei von der vorausgesetzten vollständigen Consolidirung des Nebengesteins und den angenommenen galvanischen Strömungen absehen und die Gangmassen überhaupt nur als aus dem Nebengestein ausgeschieden betrachten, so würde diese Erklärungsweise aus den obigen Gründen immer noch nicht auf die Allgemeinheit der Gänge anwendbar sein.

Dagegen läfst es sich ziemlich sicher erweisen, dafs viele Mineralgänge und manche Erzgänge, eben so wie die meisten Blasen- und Drusenräume durch eine Art von Auslaugung oder Auskrystallisation aus dem Nebengestein mit gewissen Mineralien erfüllt worden sind; wo das der Fall ist, da werden sich aber auch immer die Bestandtheile dieser Ausfüllungen im ursprüng-

lichen Nebengestein nachweisen lassen. Ein paar Beispiele werden das am befsten erläutern. Für Producte einer Art von Auslaugung, d. h. einer durch Wasser vermittelten Secretion aus dem Nebengestein, sind die Fasergypsgänge im Gyps und im gypshaltigen Thon, viele schmale Gänge oder Adern von Kalksinter und Kalkspath im Kalkstein, Kalkmergel und Thonschiefer, die Talkadern im Serpentin, die Kiesel-, Zeolith- und Kalkspathausfüllungen in den Blasenräumen der eigentlichen Mandelsteine u. s. w. zu nehmen. Vielleicht ist hierzu auch noch der Kupfer- und Kobaltgehalt gewisser Schwerspathgänge zu rechnen, den sie nur da zeigen, wo Kupferschiefer oder Sanderz ihr Nebengestein ist. (S. o. S. 32.)

Unmittelbar und noch während der Erstarrung der Gesteine selbst in Drusen oder auf Klüften (kleinen Gangspalten) auskrystallisirt sind wahrscheinlich die meisten Zinnerzgänge, namentlich die, welche in Gestalt unzähliger Adern den Granit oder den Greisen durchziehen, der selbst in seiner Masse etwas Zinnerz und auch einen Theil der anderen Mineralien enthält, welche in den Adern auskrystallisirt sind. Eine wahre Congeneration würde das aber dennoch nicht sein, sondern eben eine der Zeit nach nur wenig spätere Lateralsecretion. Einige der mit den Zinnerzen vorkommenden besonderen Mineralien werden dabei durch die Umstände des Auskrystallisirens bedingt, andere aber erst später durch Metamorphose oder Infiltration hinzu gekommen sein.

Durch solche Secretion aus dem Nebengestein können aber der Natur der Sache nach nie sehr mächtige Gangspalten entstanden und diese auch nie mit sich wiederholender Lagentextur erfüllt worden sein, da jede Bildung durch Secretion, wenn sie nicht zugleich mit Descension oder Ascension verbunden ist, sehr bald sich selbst den Secretionsweg verschliefsen mufs. Aber eine Combination der Ausfüllungsarten scheint in der That oft eingetreten zu sein, und selbst Uebergangsformen sind nicht nur denkbar, sondern auch sehr wahrscheinlich. Die zinnerzhaltigen Gesteine, welche, wegen des gröfseren specifischen Gewichtes der Erze in der Nähe ihrer Oberfläche am metallarmsten, bei ihrer Erstarrung Secretionsgänge bildeten, können, nachdem die Ober-

fläche erstarrt war, analog den jüngeren Granitgängen im Granit, mit vorherrschendem Metallgehalt durch sich selbst, oder auch durch ihr Nebengestein emporgedrungen sein, um so mächtige und reiche Injectivgänge zu bilden, wie wir sie in der Regel in oder bei den Zinnerztrümmerstöcken vorfinden. Und in denselben Zinnerzgängen scheinen die Fluor- und Borverbindungen nach Doubrée z. Th. durch Sublimation an Ort und Stelle gekommen zu sein.

Die sogenannten Lettenklüfte sind wahrscheinlich aus dem Nebengestein, aber nicht durch Secretion, sondern durch Reibung entstanden.

§. 131. *Descensionstheorie.* — Nach ihr sollen die Gangspalten durch Ablagerung aus Wasser, oder überhaupt von oben nach unten, ausgefüllt worden sein. Diese Theorie ist es, welche Werner zuerst durch viele Thatsachen zu begründen suchte. Sie steht mit seiner Ansicht von der Entstehung und Ausbildung der Erde im innigsten Zusammenhange. Die Gänge sind danach nichts Anderes, als bei der Ablagerung der Gesteinsformationen vorhanden gewesene und von ihnen zugleich mit erfüllte Spalten.

Dafs es auf diese Weise ausgefüllte Gangspalten giebt, ja dafs dergleichen noch täglich entstehen, kann gar keinem Zweifel unterliegen, aber dessenungeachtet können die Erzgänge gröfstentheils nicht als solche angesehen werden, und es ist diese Hypothese rücksichtlich der Freiberger Erzgänge, auf denen sie gerade wesentlich fufst, durch v. Beust bereits so gründlich Satz für Satz widerlegt worden, dafs hier höchstens einige Hauptpunkte dieser Widerlegung hervorgehoben zu werden brauchen, die sich alle auf die Gründe Werner's beziehen.

1) Es ist nicht richtig, dafs die oberen Ausfüllungsmassen der fraglichen Gänge neuerer Entstehung sind als die unteren.

2) Es ist nicht nachgewiesen, dafs die Erzgänge sich nach der Tiefe auskeilen.

3) Die Analogie der Gesteinsgänge, auf welche sich Werner beruft, beweist eben so gut das Gegentheil.

4) Wären die Erzgänge analog den Flötzformationen, aus Wasser niedergeschlagen, so müfste man erwarten, auch

aufserhalb der Spalten in ihrer Nähe das sie erfüllende Material hie und da abgelagert zu finden. Solche Ablagerungen der Erzgangmaterialien aufserhalb der Spalten haben aber bis jetzt noch für keinen besonderen Fall, am wenigsten für die Freiberger Gänge nachgewiesen werden können. Dafs die Erzniederlagen in einigen Flötzformationen eine andere Natur und Bedeutung haben, wird sich später zeigen, und auch die S. 336 erwähnten Manganerze im Thon können hierfür nicht angeführt werden.

5) Wenn auch zuweilen ein Auskeilen mittlerer Ganglieder mit zunehmender Teufe beobachtet wird, so sind doch ebensowohl auch Fälle des Gegentheils bekannt.

6) Die von Werner angenommene Auflösung und Niederschlagung aller Gesteine, mit alleiniger Ausnahme der Laven, aus Wasser kann schon längst nicht mehr als ein Grund für die ähnliche Bildung der Erzgänge benutzt werden.

Ist nun aber auch diese Theorie in ihrer Allgemeinheit für die Erzgänge unrichtig, so ist doch auf der anderen Seite nicht zu verkennen, dafs in vielen besonderen Fällen auch auf Erzgängen mancherlei Umbildungen und Ablagerungen durch von oben eindringendes Wasser bewirkt werden sein mögen. Gewifs sind nicht nur viele Metamorphosen am Ausgehenden der Gänge, sondern auch von ihnen abhängige Neubildungen von Mineralien in Drusenräumen, z. B. solche vieler phosphorsauerer Mineralien, dadurch zu erklären und also mit einer kleinen Descension der Theile verbunden, die aber nicht mit der Werner'schen Theorie verglichen werden kann und sich überhaupt nicht auf die Ausfüllungsmasse, sondern nur auf eine theilweise Umwandlung oder Translocation derselben bezieht.

§. 132. *Ascensionstheorie.* — Etwas länger werden uns die Erklärungen der Gangausfüllung durch Ascension beschäftigen. Wir müssen diese zunächst in drei Abtheilungen bringen:

a) Erklärung durch Injection der Gangmasse im heifsflüssigen Zustande,

b) Erklärung durch Infiltration von unten, d. h. durch Ablagerung aus aufsteigendem mineralischen, meist heifsem Wasser,

c) Erklärung durch Sublimation aus aufsteigenden Dämpfen, welche alle drei eine besondere Berücksichtigung verdienen, da sich nachweisen läfst, dafs jede derselben für besondere Fälle die richtige ist, während bei manchen Gängen zwei dieser Entstehungsarten nach einander, oder sogar alle drei in Thätigkeit gekommen und auch oft noch mit Descension oder Lateralsecretion verbunden gewesen sein dürften, was sich wieder am befsten durch einzelne Beispiele zeigen lassen wird.

§. 133. *a. Injection.* — Wir besitzen im Erzgebirge in der Umgegend von Schwarzenberg eine Anzahl Erzlagerstätten, welche auf das Innigste mit gewissen Grünsteinen verbunden sind, und welche man lange Zeit sehr allgemein für Lager im Glimmerschiefer gehalten hat. In den Erläuterungen zur geognostischen Karte von Sachsen H. II. S. 219 u. f. habe ich gezeigt, dafs diese Erzlagerstätten keine ganz parallelen und mit dem Nebengestein gleichzeitig gebildeten Einlagerungen im Glimmerschiefer, sondern vielmehr wahre, oft sehr mächtige, aber meist lagerförmige Gänge sind. Aus der grofsen Mächtigkeit und zugleich oft sehr flachen Lage dieser Spaltenausfüllungen geht mit Sicherheit hervor, dafs die sie erfüllenden Materialien zugleich den spaltenden Keil gebildet haben müssen (und dieser Vorgang ist es eben, den wir mit dem Ausdruck Injection bezeichnen), denn so weite Spalten hätten nach den Gesetzen der Schwere in dieser oft flachen Stellung nicht offen bleiben können, um irgend eine successive, langsame Ausfüllung abzuwarten. Damit stimmt nun aber auch die Natur ihrer Ausfüllung vollkommen überein, es zeigt dieselbe in sich keine irgend regelmäfsig lagenförmige Textur, sondern eine durchaus massige, und die zusammensetzenden Mineralien entsprechen denen der Freiberger Erzgänge nicht, sondern es sind vielmehr solche, die wir in Eruptivgesteinen als wesentliche oder zufällige Beimengungen zu finden gewohnt sind, z. B. Amphibol, Granat, Magneteisenerz u. s. w., Mineralien, deren Auflösung in Wasser und massige Ablagerung aus Wasser oder durch Sublimation in keiner Weise wahrscheinlich ist, deren Gesteinsverband aber die gröfste Analogie, ja selbst Uebergänge zu benachbarten wahren Grünsteinen zeigt, von

denen die injective oder eruptive Bildung längst erwiesen ist. Man kann mit Recht fragen: wie sollten sie anders in die der Schiefertextur des Glimmerschiefers ziemlich parallel aufgerissenen Spalten hinein gekommen sein, als im heifsflüssigen Zustande durch Injection aus der Tiefe, zu gleicher Zeit die Spalten aufreifsend und ausfüllend?

Zu diesen Schwarzenberger erzführenden Grünsteingängen sind jedenfalls nicht nur die ähnlichen §. 126 unter 9, sondern auch die unter 10 angeführten Stöcke und Gänge von Magneteisenstein zu rechnen, so wie die S. 342 erwähnten massigen Zinnerzgänge, wie denn die Schwarzenberger Gänge z. Th. selbst Zinnerz enthalten.

Es wurde S. 265 u. S. 305 bereits erwähnt, dafs diese amphibolischen Erzlagerstätten sehr häufig in gewissen nahen und fast constanten Beziehungen zu z. Th. ebenfalls als injectiv zu betrachtenden körnigen Kalksteinen und Dolomiten stehen. Dieser Umstand deutet einen noch nicht hinreichend erkannten Causalnexus an. Vielleicht sind Kalkstein und Dolomit früher als contemporäre Einlagerungen in den Schiefergesteinen vorhanden gewesen und durch die Eruption der amphibolischen Erzmassen selbst erst umgeschmolzen und z. Th. injectiv geworden. Durch den Vorgang einer solchen Contactwirkung würde einerseits der grofse Mineralreichthum dieser Erzlagerstätten und andererseits die zuweilen nur theilweise an Injection erinnernde Lagerungsweise der körnigen Kalksteine und Dolomite (wie bei Crottendorf in Sachsen) einigermafsen erklärlich werden.

Bei dieser Gelegenheit erscheint es mir übrigens zweckmäfsig und den Vertheidigern der Metamorphose der Schiefergesteine gegenüber billig, daran zu erinnern, dafs auch in den grofsen Grauwackengebieten mehrfach das Vorkommen der Kalksteine gewissermafsen an das der Grünsteine gebunden ist, so z. B. im sächsischen Voigtlande. Denken wir uns hier durch einen neuen Act vulkanischer Thätigkeit den Grauwackenschiefer in Glimmerschiefer, den Grünstein in erzführenden Grünstein und den dichten Kalkstein in körnigen umgewandelt,

so dürfte das Resultat allerdings ein ähnliches sein, wie es sich z. B. bei Schwarzenberg factisch vorfindet, die vulkanische Thätigkeit würde aber hierbei gar keine selbstständigen Producte an die Oberfläche befördert, sondern durchaus nur metamorphosirend gewirkt haben.

Fournet rechnet zu den Injectionsgängen, und zwar in dem S. 342 für die mächtigen Zinnerzgänge angedeuteten Sinne, den gröſseren Theil aller Erzgänge. Es mag vielleicht sein, daſs dieser Entstehungsweise eine etwas gröſsere Ausdehnung zukommt, als die obigen Beispiele bezeichnen, aber für einen groſsen Theil der Erzgänge ist sie sicher nicht denkbar, namentlich nicht für die mit sich wiederholender lagenförmiger Textur und überhaupt nicht für die vorzugsweise aus Quarz und Karbonspäthen oder Schwerspath bestehenden. Wo diese Mineralien nur untergeordnet und namentlich in Drusen auftreten, da können hingegen besonders die letzteren vielleicht von späterer Infiltration in Injectionsgänge herrühren.

§. 134. *b. Infiltration.* — Der Carlsbader Sprudel und viele andere Mineralquellen setzen Lagen von Kalksinter ab, die heiſsen Quellen auf Island Chalcedon, manche andere Quellen Eisenoxyd u. dergl. Diese Ablagerung erfolgt eben sowohl an den Wänden der Spalten, als auf anderen Oberflächen.

Sicher werden auf diese Weise durch aus der Tiefe kommende Quellwässer gewisse Mineral- und Erzgänge gebildet. Allerdings ist es noch nirgends beobachtet worden, daſs gegenwärtig durch Mineralquellen solche Erzgänge abgesetzt würden, wie etwa unsere Freiberger sind, aber dennoch läſst sich aus ihrer Natur beinah beweisen, daſs sie und alle gleich ihnen vorzugsweise aus Quarz, Karbonspäthen, Schwerspath und Fluſsspath mit Blei-, Silber- und Kupfererzen zusammengesetzten Gänge, welche überdieſs häufig sich wiederholende Symmetrie der Ganglagen zeigen, auf ähnliche Weise durch aufsteigende Mineralwässer gebildet worden sind. In so ferne der Mineralgehalt des Wassers erst aus Gesteinen ausgelaugt ist, gehören diese Gänge allerdings zu den Secretionsgängen, aber die Secretion ist jedenfalls mit Ascension verbunden und braucht keineswegs

aus demselben Gestein erfolgt zu sein, in dessen Spalten sich die Gänge finden, sie ist deshalb keine Lateralsecretion mehr.

Der Beweis für die infiltrative Bildung der erwähnten Gänge, für die wir stets die Freiberger als Beispiel vor Augen behalten wollen, ist mehr negativer als positiver Art, das heifst, da alle anderen Erklärungsweisen nicht genügen, so wird man um so mehr auf diese an sich wahrscheinliche angewiesen. Der höchst ungleiche Schmelzgrad, sowie die innige chemische Verwandtschaft vieler Bestandtheile der sie ausfüllenden Materialien, wie des Quarzes und Karbonspaths, welche in gemeinschaftlich heifsflüssigem Zustande sicher Silicate gebildet haben würden, und ihre weite Erstreckung in verhältnifsmäfsig engen Spalten und Klüften zum Theil viel älterer und folglich während ihrer Ausfüllung schon ganz abgekühlter Gesteine, in welchen sie nicht so lange hätten flüssig bleiben können, um sie ganz zu durchdringen, gestatten, wie G. Bischoff im Jahrbuch 1844 S. 256 u. f. gezeigt hat, nicht die Annahme ihrer heifsflüssigen Injection. Auch reicht Fournet's S. 59 erwähnte Ueberschmelzungshypothese nicht aus, alle diese Schwierigkeiten zu überwinden, zu denen überdiefs noch die sich wiederholende Symmetrie der Ganglagen sich gesellt, welche unbedingt eine successiv periodische Ausfüllung voraussetzt, und bei Annahme von Injection nur durch mehrfach wiederholtes Aufreifsen und Füllen derselben Spalte erklärt werden könnte. Einfache Symmetrie der Lagentextur kann, wie ein Stück Schlacke in der bergakademischen Sammlung zu Freiberg beweist, allerdings durch Erkaltung von zwei parallelen Flächen aus bedingt werden, sich wiederholende aber sicherlich nicht ohne Wiederholung der Injection.

Diese sich wiederholende Symmetrie, d. h. das ein- oder mehrfache Wiederkehren einzelner Ganglagen von beiden Seiten und das Nichtvorhandensein der meisten Gangbestandtheile in dem an verschiedenen Localitäten für dieselben Gänge noch dazu sehr ungleichen Nebengestein, weisen ferner jede Secretionstheorie, die nicht zugleich eine bedeutende Translocation im Spaltenraum annimmt, für die Totalität dieser Gänge gänzlich zurück.

Die Natur der Gangarten und Erze endlich gestattet weder die Annahme einer durchaus sublimativen Bildung, noch

auch die einer Auflösung derselben in kaltem Wasser, wie denn gegen die Ausfüllung dieser Gänge durch Descension überhaupt die S. 342 angeführten Umstände sprechen.

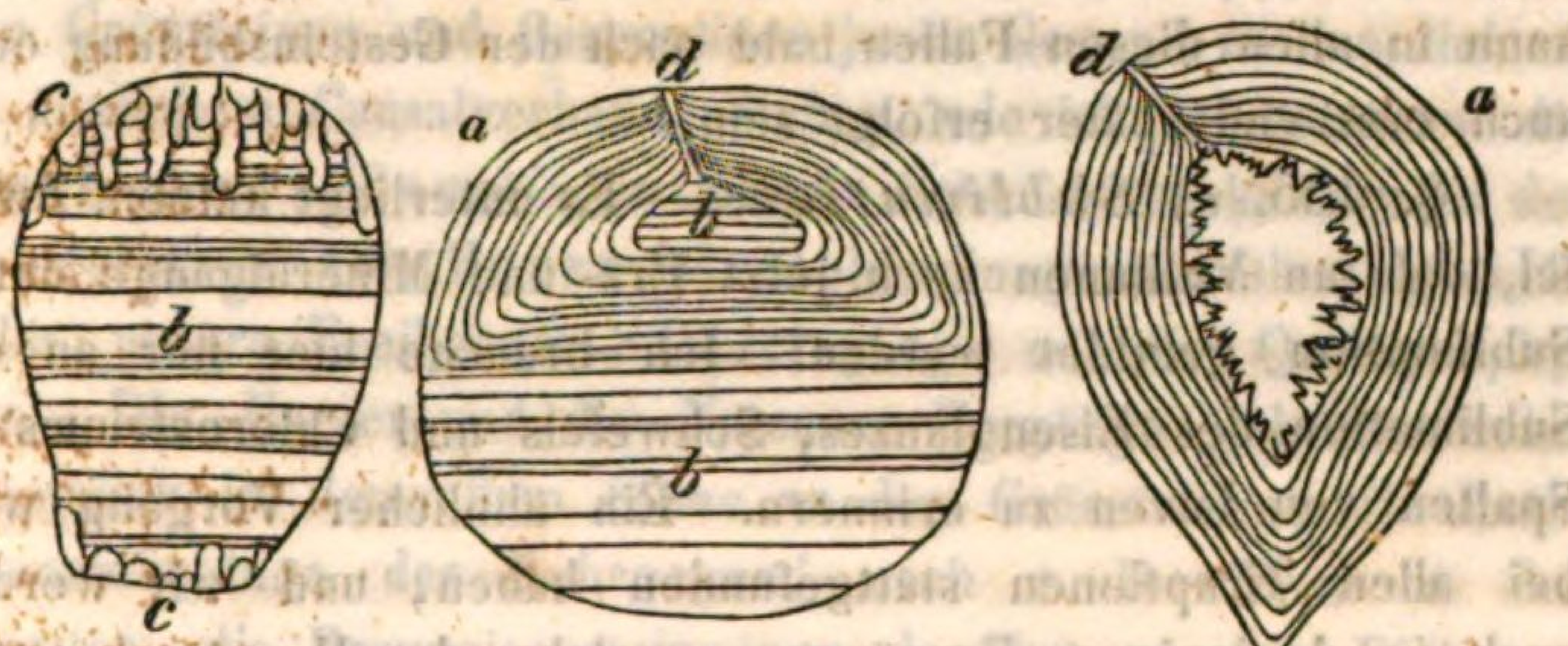
Dagegen hat Bischoff a. a. O. vortrefflich nachgewiesen, dafs alle diese Erscheinungen durch Annahme einer Infiltration durch heifse aufsteigende mineralische Wässer und durch von ihnen bewirkte successive Ablagerungen, Wiederauflösungen und allerlei Wechselreactionen erklärt werden können. Dabei unterliegt es aber freilich keinem Zweifel, dafs auch in Infiltrationsgängen die Gangbestandtheile zum Theil aus dem Nebengestein entnommen sein können und entnommen sein werden, und dafs vor oder nach der Infiltration auch sublimative Bildungen stattgefunden haben können, so wie endlich, dafs noch lange nach ihrer ersten Ausfüllung beträchtliche Veränderungen, sowohl Metamorphosen, als Translocationen einzelner Bestandtheile erfolgt sind. Diese letzteren hat ebenfalls G. Bischoff durch Einwirkungen von heifsen Dämpfen, Gasarten atmosphärischer Luft und Tagewasser z. Th. sehr genügend erklärt.

Eine Schwierigkeit bleibt der Infiltrationstheorie noch zu lösen übrig, nämlich die Erklärung der einzelnen, frei in der Gangmasse liegenden oder gewissermafsen schwimmenden Fragmente des Nebengesteins, in so fern sie nicht durch wiederholtes Aufreifsen der Gangspalten und dabei erfolgtes Lostrennen einzelner mit der Gangmasse besonders fest verwachsener Theile des Nebengesteins, welche dadurch zwischen den älteren und neueren Theil des Ganges hineingerückt wurden, erklärt werden können. Ein derartiger Fall wird aber stets bei genauer Untersuchung sich als solcher erkennen lassen.

Die scharfkantigen, zuweilen aber etwas gebogenen Fragmente älterer Ganglagen dagegen, die man oft in den Freiberger Spathgängen wie im Trümmerachat findet, sind stets über einander gehäuft, nicht frei schwimmend, und stimmen vortrefflich mit langsamer Erfüllung der Spalten durch Infiltration überein.

Die lagenförmig ausgefüllten, in der Mitte häufig mit Drusenräumen versehenen Erzgänge erinnern übrigens lebhaft an

die, bis auf einen noch erkennbaren Infiltrationspunkt geschlossenen concentrischen Lagen gewisser Blasenausfüllungen



und selbst an viele Drusen mitten in Gesteinen. Merkwürdiger Weise ist, wie erwähnt, auch die Aufeinandergruppirung der Mineralien in diesen Räumen oft eine ganz analoge. Da nun diese Gang-, Blasen- und Drusenräume gegenseitig und unter sich offenbar den verschiedenartigsten Zeitperioden angehören, so kann die gleichmäfsige Aufeinanderfolge der sie ganz oder zum Theil erfüllenden Mineralien durchaus nicht das Resultat eines geologischen oder Altersgesetzes, sondern vielmehr nur das Resultat eines chemischen Gesetzes der successiven Präcipitation aus einer Solution sein, welches sich in allen Zeiten wiederholt. Findet dabei Wiederholung der symmetrischen Lagen statt, so mufs die Solution periodisch eingedrungen und präcipitirt oder wenigstens periodisch durch Zuflüsse erneuert worden sein. In dieser Uebereinstimmung der Blasen-, Drusen- und gewisser Gang-Ausfüllungen liegt offenbar ein neuer Beweis für die infiltrative Entstehung auch dieser letzteren. Der Unterschied besteht bei ihnen wesentlich nur darin, dafs die mannichfaltigeren Mineralien der Gänge nicht alle aus dem unmittelbaren (uns bekannten) Nebengestein herstammen können, wie diefs bei den Mandeln und Drusen oft der Fall zu sein scheint. Dafür aber haben auch die tief niedersetzenden Gangspalten einen viel gröfseren Spielraum für Translocationen dargeboten. Bei allen diesen Ausfüllungen scheint jedenfalls das Wasser die wichtigste Rolle gespielt zu haben, indem es tropfbar oder in Dampfform Gesteine durchdrang, Bestandtheile derselben auflöste und in Blasen-, Dru-

sen- oder Spaltenräumen derselben oder anderer Gesteine nach bestimmten Gesetzen wieder ablagerte. Diese Ablagerung kann in allen diesen Fällen bald nach der Gesteinsbildung oder auch erst viel später erfolgt sein.

§. 135. *c) Sublimation.* — Es unterliegt keinem Zweifel, dafs an Vulkanen noch jetzt Erz- und Mineralgänge durch Sublimation gebildet werden. Ich brauche hier nur an die Sublimation des Eisenglanzes, Schwefels und Chlornatriums in Spalten von Laven zu erinnern. Ein ähnlicher Vorgang wird bei allen Eruptionen stattgefunden haben, und wir werden auch in denjenigen Erzgängen, welche der Hauptsache nach auf andere Weise ausgefüllt worden sind, in Drusenräumen und späteren Zerklüftungen (Querklüften), sowie in oder an ihrem Nebengestein, Sublimationsproducte zu erwarten haben. In der That, manche Bleiglanzkrystallisationen, Eisenglanz- und Magneteisenerz-Anflüge auf Klüften u. s. w. zeigen ganz die Natur von sublimativen Bildungen, und es wird kaum nöthig sein, hier noch daran zu erinnern, dafs man den krystallisirten Bleiglanz in Blei- und Rostöfen als Sublimationsproduct kennt.

Für das Zinnerz, welches in der Gestalt früherer Feldspathkrystalle als Pseudomorphose im Granit neben den Zinnerzgängen von Cornwall auftritt, und für die Bleiglanzkrystalle im Gneifs neben einigen Freiberger Gängen, zumal neben den Stellen, wo sie selbst ganz zusammengedrückt erscheinen (Morgenstern), ist die sublimative Bildung die wahrscheinlichste.

§. 136. *Relatives Alter der Erzgänge.* — Alle Gänge sind jünger als ihr Nebengestein, diefs ist ein allgemein gültiger Satz, wiewohl unter besonderen Umständen Ausnahmen davon denkbar sind. Je älter die Gesteine sind, um so häufiger zeigen sie sich nach §. 119 von Erzgängen durchsetzt, und schon daraus geht hervor, dafs letztere unter sich von ungleichem Alter sind. Wer sie alle einer geologischen Zeitperiode zurechnet, beweist, dafs er wenig mit ihrem Verhalten bekannt ist. Dennoch ist es für viele Gänge sehr schwierig, ihr relatives Alter im Vergleich zu gewissen Massengesteinen oder Flötzformationen genauer zu bestimmen.

Sehr wahrscheinlich gehören jeder Eruptionsperiode ge-

wisse Erzgänge zu, und Fournet hat bereits versucht, die Gänge des südlichen Frankreichs theils den Porphyren, theils den Grünsteinen und Serpentinen jener Gegend zu coordiniren. In ähnlichem Causalverbande stehen, wie ich, gestützt auf die Forschungen v. Beust's, in meinen Schlufsbemerkungen zu der Uebersetzung von Fournet's Abhandlung darzuthun gesucht habe, unsere Freiberger Silbererzgänge mit den Quarzporphyren. Die Harzer und die Nassauer Erzgänge gehören wahrscheinlich in demselben Sinne zu den Grünsteinen, die Rotheisensteingänge der Ruhrgegend nach v. Dechen zu den Dioriten, die Brauneisensteingänge daselbst zu den Diabasen, die Schemnitzer Erzlagerstätten zu den Trachyten, und mit den Basalten im Siegenschen, z. B. am Druidenstein, sind oft ebenfalls gewisse Eisensteingänge verbunden. Sie sind als die Vorläufer oder Nachwirkungen dieser Eruptionen zu betrachten, sei es nun, dafs die Gesteine selbst in der Tiefe metallführend (d. h. ihre schwereren Theile niedergesunken) waren, oder dafs sie den Erzen nur die Spalten als Wege öffneten. Die Zinnerzgänge, die mit zinnerzhaltigen Graniten in Beziehung stehen, sprechen für erstere Auslegung, und warum sollte nicht etwas Aehnliches auch für die Porphyre, Grünsteine, Basalte u. s. w. gültig sein können, die ohnehin oft von Contactgängen begleitet werden und auch häufig in oberen Teufen metallische Theile als accessorische Gemengtheile enthalten. Möge nun in den einzelnen Fällen der Ganggehalt durch Emporpressen (Injection) der schweren tieferen noch flüssigen Region, durch Auflösung und Fortführung in heifsem Wasser (dann mit Späthen verbunden), oder durch Sublimation in die Spalten des schon erstarrten Eruptivgesteines selbst oder seiner Nachbarn gekommen sein. Manchmal scheinen, wie wir gesehen haben, diese Vorgänge in demselben Gange alle drei nach einander stattgefunden zu haben.

Schon §. 119 wurde gezeigt, warum alle älteren Gesteine oder Formationen häufiger von Erzgängen durchsetzt sind, als die neueren. In dieser Beziehung ist sogar ein auffallender Sprung wahrnehmbar, der durch den Zechstein als Grenzscheide bezeichnet wird. In den jüngeren Formationen und Gesteinen

gehören Erzgänge, mit Ausnahme der Eisensteingänge, zu den Seltenheiten. Damit stimmt aber vortrefflich der Umstand überein, dafs wenigstens im mittleren Europa die meisten Eruptivgesteine älter sind als Zechstein und nur die Basalte, Trachyte und dergl. der Zeit nach der Kreidebildung angehören. Im Kupferschiefer und Zechstein finden wir überdiefs die Resultate bedeutender metallischer Emportreibungen abgelagert, die vermuthlich gerade dieser Periode angehörten, und etwas Aehnliches wiederholt sich später nur noch im bunten Sandstein (bei Commern) und im Muschelkalk (bei Tarnowitz).

Bei der verhältnifsmäfsigen Seltenheit von Erzgängen, welche entschieden neuer sind als Zechstein, ist es wohl der Mühe werth, einige Beispiele der Art hier aufzuzählen. Dergleichen sind:

1) Die Eisensteingänge bei Schlettenbach und Bergzabern in Rheinbaiern durchsetzen den bunten Sandstein. [Jahrb. 1845 S. 1.]

2) Die Silber-, Kupfer- und Bleierzgänge der Gegend von Soulobre unweit Milhau im südlichen Frankreich durchsetzen den Muschelkalk und sind vielleicht selbst in die Liasformation eingedrungen. (Die Erzgänge von Fournet übersetzt von B. Cotta 1846.)

3) Schwache bleiglanzhaltige Schwerspathgänge durchsetzen den Muschelkalk bei Bruchsal in Baden.

4) Erzhaltige Schwerspathgänge sind in Liasformationen z. Th. eingedrungen bei Charolais im südlichen Frankreich. [v. Beust, Kritik S. 14.]

5) In Chile werden Kreideglieder von Silbererzgängen durchsetzt. [Erdmann's Journ. f. prakt. Chem. 1843. S. 33.]

6) Der Quadersandstein Westphalens wird von Eisensteingängen durchsetzt. [Jahrb. 1845 S. 110.]

7) Die Kreidegebilde von Algier werden von Gängen durchsetzt, welche Schwerspath, Eisenspath, Brauneisenstein, Eisenglanz, Fahlerz und wahrscheinlich auch Bleiglanz enthalten. [Jahrb. 1845 S. 116.]

An diesen Beispielen läfst sich nur ein Maximum des rela-

tiven Alters erkennen; wo dagegen Erzgänge von Schichtgesteinen überlagert, von Massengesteinen durchsetzt oder abgeschnitten werden, oder wo man Fragmente oder Geschiebe von Erzgängen in anderen Gesteinen findet, da läfst sich auch ein Minimum des Alters feststellen, wodurch nicht nur Altersungleichheiten sicher nachgewiesen, sondern auch das wahre relative Alter annäherungsweise bestimmt werden kann. Die Fälle, welche eine Minimumsbestimmung erlauben, sind aber allerdings selten. Ich lasse hier einige als Beispiele folgen.

1) Die Freiberger Erzgänge dringen nicht in den Quadersandstein des Tharander Waldes ein und werden wahrscheinlich von ihm überlagert.

2) Von den Gängen der Gegend von Villefranche im Departement des Aveyron hat Fournet Geschiebe in den Conglomeraten des bunten Sandsteins gefunden. [Die Erzgänge, übers. von B. Cotta S. 16 u. 38.]

3) Der Eisensteingang der Grube Alte Birke bei Siegen wird von einem Basaltgange durchsetzt. [v. Leonhard, Basaltgebilde I. S. 451.]

4) Die oben erwähnten Gänge von Charolais sind auf eine Weise mit der Liasversteinerungen enthaltenden Arkose verbunden, dafs man sie für gleichzeitig mit dieser Formation gebildet zu halten hat.

Dafs solche Beispiele nicht häufig beobachtbar sind, ist ganz begreiflich, da Gänge nicht viele dauerhafte Geschiebe liefern und sie meistens nur in Gebirgen bekannt sind, wo die Alterscala der Flötzformationen in ihrer Nähe fehlt. Aber schon der Umstand, dafs sie in Gesteinen, die älter als Zechstein, unverhältnifsmäfsig häufiger auftreten als in neueren, beweist zur Genüge, dafs sie von den Flötzformationen, die jünger als Zechstein, in der Regel bedeckt sind.

Rückblick.

§. 137. *Coordination der Schicht-, Schiefer-, Massen- und Gang-Gesteine.* — Auf dem Titelblatte habe ich versucht, das gegenseitige Ineinandergreifen der Gesteinsgruppen, oder die Art und Weise, wie sie in der festen Erd-

kruste zusammen vorkommen und mit einander verbunden sind, darzustellen. Der beschränkte Raum erlaubte dabei durchaus keine Specialitäten, wie sie auf dem schönen Blatte von Webster im Buckland's Geologie und auf den vielen Nachahmungen desselben gegeben sind. Dagegen habe ich es gewagt, die Grenze des Beobachteten noch weiter zu überschreiten und auch die Massengesteine nach ihrem relativen Alter als in einander verflöfste Krusten über, oder vielmehr durch und unter einander zu zeichnen. Dieser Theil des Bildes ist lediglich das unvollkommene Resultat einer besonderen Vorstellungsweise.

Zur weiteren Erläuterung dieses Blattes bemerke ich hier Folgendes:

1) Die krystallinischen Schiefergesteine sind als Null- oder Ausgangspunct zweier Entwickelungsreihen zu betrachten. Sollten sie auch als umgewandelte Schichtgesteine und nicht als erste Erstarrungsrinde anzusehen sein, so würde ihnen dennoch dieser Rang nicht streitig gemacht werden können, da sie jedenfalls im Allgemeinen älter sind als alle Schicht-, Massen- und Ganggesteine.

2) Auf ihnen sind nun in aufsteigender Reihenfolge die Ablagerungen der Schichtgesteine erfolgt, während sie zu derselben Zeit von Massen- und Ganggesteinen, deren Material unter ihnen in absteigender Reihe erstarrte, durchsetzt und überlagert wurden. Die Schichtgesteine sind nur in ihren allgemeinsten Zügen, als Gruppen dargestellt, die Tuffbildungen aber ganz weggelassen. Die Massengesteine bilden 2 Hauptabtheilungen, in denen die einzelnen in der Tiefe in einander verschwimmen. Die Gänge gehören zu den einzelnen Massengesteinen als coordinirte Bildungen.

3) Nach der vorstehenden Voraussetzung ist die aus Gesteinen bestehende feste Erdkruste sowohl nach aufsen als nach innen zu fortwährend dicker geworden.

4) Die Ablagerungen und die Eruptionen von Gesteinen bilden z. Th. gleichzeitige Reihen, so nämlich, dafs gewisse Ablagerungen und gewisse Eruptivgesteine und Gangbildungen ungefähr gleichzeitig entstanden.

5) Die ältesten Ablagerungen entsprechen im Alter ungefähr den ältesten Eruptivgesteinen u. s. w.

6) Die Altersreihe der Schichtgesteine ist, wenn auch die älteren meist die festeren sind, nicht durch ganz bestimmte Gesteinsunterschiede, dagegen sehr deutlich durch den Unterschied der organischen Reste bezeichnet. Bei den Eruptivgesteinen scheint dagegen ein constanter Altersunterschied der Gesteinsentwickelung und besonders des Kieselerdegehalters stattzufinden.

7) Die Gleichzeitigkeit der heterogenen Gesteinsbildungen läfst sich noch nicht in allen Fällen erkennen, dagegen kann man die Ungleichzeitigkeit, den Unterschied des relativen Alters der heterogenen Gesteine durch Durchsetzungen oder Trümmerbildungen in den meisten Fällen sehr leicht und bestimmt nachweisen.

8) Die heterogenen Gesteinsbildungen haben in den meisten Fällen einen gewissen Einflufs auf einander ausgeübt.

9) Dieser Einflufs ist besonders von den mehr activen Eruptivbildungen ausgegangen und hat sich auf die mehr passiven Sedimentärgebilde erstreckt, doch sind auch Rückwirkungen nicht zu verkennen.

10) Geologisch sind deshalb die Eruptionsperioden noch wichtiger als die Ablagerungsperioden, letztere aber sind örtlich deutlicher ausgesprochen.

11) Jede Eruptionsperiode hat vielerlei Resultate geliefert, zunächst irgend ein krystallinisches Hauptgestein, dazu dessen dichte, glasige, blasige oder mandelsteinartige und wackenartige Varietäten, Reibungsbreccien, Trümmer und Tuffbildungen, mineralische Quellen und Dämpfe; und durch das Alles endlich mancherlei neues Material zu Ablagerungen von Flötzformationen. Zugleich sind dabei durch Hebungen oder Senkungen ältere Schichten in veränderte Stellungen gebracht und die Ablagerungsräume (Gestalten der Wasserbecken) verändert worden, wodurch stets ungleichförmige Lagerung bedingt werden mufste.

12) In der Reihenfolge der europäischen Schichtgesteine lassen sich vorzüglich zwei grofse Abschnitte erkennen, welche

durch besonders einflufsreiche Eruptionsperioden bedingt sind Der eine Abschnitt beginnt mit der Steinkohlenformation, die Grauwackenbildung ist sein Vorläufer, der andere mit der Braunkohlenformation. Beide sind durch Ueberreste beträchtlicher Landvegetation und durch Trümmerbildungen (Conglomerate) bezeichnet, während sie durch eine Reihe offenbar weit ruhigerer und hauptsächlich meerischer Ablagerungen von einander getrennt werden. Die erstere Landperiode wird durch porphyrische, die letztere durch basaltische Eruptionen bedingt sein. Dem Zwischenraum beider entspricht zugleich die historische Grenze der älteren plutonischen, und der neueren plutonischen und vulkanischen Gesteine. In diesen beiden europäischen Eruptionsperioden, in welche nur die Granite der Alpen noch nicht hinein passen wollen, lassen sich die einzelnen Gesteine vielleicht so mit einander vergleichen:

die Granite entsprechen den Trachyten,
die Porphyre „ „ Trachytporphyren u. Phonolithen,
die Pechsteine „ „ Obsidianen,
die Grünsteine „ „ Basalten.

Die erstere Gruppe reicht historisch in die Grauwackengruppe hinab, die andere in die jetzige Zeit hinauf. Dazwischen war Mitteleuropa vorherrschend mit Meer bedeckt.

Geologie.

Kurzer Abrifs
einer
Geschichte der Geologie.

§. 138. *Aeltere Geologie.* — Die ersten Spuren geologischer Betrachtungen sind sehr alt und gewöhnlich als Schöpfungsgeschichte eng mit den Religionslehren der einzelnen Völker verbunden. Ein Beispiel dieser Art liefert uns der Anfang der Bibel, der sicher von einem Naturbeobachter herrührt. Bei allen diesen frühen geologischen Versuchen scheint, wie noch jetzt oft, die Oertlichkeit von grofsem Einflufs gewesen zu sein. Wer die Küsten und Ufer seines Vaterlandes sich fortwährend durch Absätze oder Eingriffe des Meeres oder der Flüsse verändern sah, bildete sich eine andere Idee über Entstehung und Ausbildung der Erde als Derjenige, welcher vulkanische Wirkungen vor sich hatte, Berge und Inseln aus dem Meere aufsteigen sah und von schlackenähnlichen Steinen überall umgeben war. So entstand sehr früh schon eine Meinungsverschiedenheit, fast entsprechend der der späteren sogenannten Neptunisten und Vulkanisten. Auch die von Gesteinen umschlossenen organischen Reste, die Versteinerungen, namentlich die Meeresmuscheln des Festlandes, scheinen frühzeitig die Aufmerksamkeit einiger Philosophen des Alterthumes auf sich gelenkt zu haben. Schon Xenophanes von Kolophon schlofs aus den Seethierresten in den syrakusischen und

parischen Steinbrüchen auf eine ehemalige Meeresbedeckung, und Herodot (500 v. Chr.) spricht von Meeresmuscheln an den Bergen Aegyptens. Aehnliche Beobachtungen leuchten aus den Werken mehrer Klassiker hervor; man zog daraus stets Schlüsse über frühere Zustände der Erde, und die Natur der Versteinerungen wurde damals besser erkannt als von manchen der Gelehrten des achtzehnten Jahrhunderts, die dieselben für Naturspiele (*lusus naturae*), Producte einer unbekannten bildenden Kraft, hielten.

Umfassende Ansichten über die Bildung der Erde scheinen sich zuerst unter den ägyptischen Priestern entwickelt zu haben, die in den jährlichen Anschwemmungen des Nils und in der Vergröfserung seines Deltas so deutliche Erdausbildungs-Ereignisse vor sich hatten. Bei ihnen schöpfte Moses seine Weisheit, und seine Schöpfungsgeschichte ist deshalb wesentlich neptunisch. Thales von Milet bildete sich in derselben Schule und trug die ägyptische Geologie nach Griechenland über. Er lehrte, dafs Alles auf der Erde aus Wasser entstanden sei.

Im directen Gegensatz hiermit behaupten z. B. Zenon und Heraklid, der Urstoff der Erde, aus welchem alles Uebrige entstanden, sei das Feuer. Das Land z. B. sei durch vulkanische Wirkungen über das Meer erhoben worden, eine Theorie, welche später Strabo, auf Erfahrungen gestützt, noch weit vollständiger und besser entwickelte. Ganz abweichend von diesen waren die Ansichten des grofsen Philosophen und Naturforschers Aristoteles; er dachte sich den Erdkörper gewissermafsen als ein lebendiges und mit einer zusammengesetzten Organisation begabtes Wesen.

Alle diese Hauptfarben geologischer Ideen, welche in jenen frühen Zeiten offenbar aus höchst einseitigen örtlichen Beobachtungen oder Speculationen hervorgingen, sind später und bis heute vielfach wieder hervorgetreten; doch erst in neuester Zeit hat man versucht, sie an den Prüfstein genauer und vielseitiger Erkenntnifs — der Geognosie — zu halten.

§. 139. *Geologie des Mittelalters.* — Nach dem Wiederaufblühen der Wissenschaften zeigten sich im Anfange des sechszehnten Jahrhunderts die ersten Spuren erneuter geo-

logischer Beobachtungen und Folgerungen in Italien, wo Fracastro eine sehr richtige Deutung gewisser, bei'm Festungsbau von Verona gefundener Meeresmuscheln gab, die man für Ueberreste der Sündfluth halten wollte.

Georg Agricola (Bauer), ein Deutscher, geboren zu Glaucha in Sachsen im Jahre 1591, scheint seine hohe wissenschaftliche Bildung vorzüglich dem Aufenthalte in Italien zu danken gehabt zu haben. In sein Vaterland zurückgekehrt und als Arzt zuerst in Joachimsthal, dann in Chemnitz lebend, widmete er sich mit grofsem Eifer dem Studium der Mineralogie und des Bergbaues. Seine gediegenen Schriften darüber eröffneten in Deutschland zuerst die Bahn mineralogischer und geognostischer Forschungen. Im Jahre 1637 erschien zu Basel eine Gesammtausgabe seiner Werke, 1806 lieferte Schmidt zu Freiberg eine deutsche Uebersetzung seines Bergmanns und 1816 Lehmann eine eben solche seiner mineralogischen Schriften. Aehnlich wie Agricola wirkte fast gleichzeitig in Frankreich Bernard Palissy, geb. zu Agen in Aquitanien 1515, zu seiner Zeit fast noch mehr durch seine Töpferarbeiten als durch seine wissenschaftlichen Forschungen berühmt. Seine Schriften enthalten viel Merkwürdiges über Geographie, Geognosie u. s. w.

Trotz dieser Anregungen verging ein volles Jahrhundert, ehe wieder ein wichtiger Fortschritt in unserer Wissenschaft erfolgte. Es war Nicolaus Stenon (Steen), ein Däne, welcher, als Arzt in Italien lebend, zuerst erkannte, dafs ein grofser Theil der festen Erdrinde aus parallel über einander liegenden Schichten aufgebaut ist, die zum Theil Versteinerungen einschliefsen und folglich aller Analogie nach aus Wasser abgesetzt sind. Er unterschied sehr bestimmt (krystallinische) Incrustirungen und (mechanische) Niederschläge, sah ein, dafs die letzteren in der Regel ziemlich horizontal erfolgt sein müfsten, und hielt die stark geneigten für aufgerichtet durch vulkanische Kräfte. Er unterschied sogar schon bestimmte Perioden der Entstehung und partiellen Zerstörung und erkannte auch die Erzgänge als Spaltenausfüllungen. Bis auf Werner's Zeit herab hat wohl kein Naturforscher die Geologie aus einem

so fruchtbaren Standpuncte aufgefafst wie Stenon, und gewifs würden ihn seine Forschungen zu noch weit gröfseren Resultaten geführt haben, wenn nicht die damaligen strengen Religionsbegriffe ihm hindernd in den Weg getreten wären.

Nachdem Fabius Colonna, ein Italiener, schon 1626 den Unterschied zwischen fossilen Land-, Süfswasser- und Meeresschnecken und Muscheln nachgewiesen hatte, zeigte Martin Lister, ein Engländer, dafs die versteinerten Muscheln gröfstentheils ganz andere Formen haben als die lebenden; er liefs sich dadurch verführen, sie für blofse Steinbildungen, *lapides sui generis*, zu halten. Derselbe war zugleich der Erste, welcher den Vorschlag machte, geognostische Karten zu entwerfen, ein Vorschlag, der in England erst 1743 von Packe für die Grafschaft Kent durch eine Karte, auf welcher die Gebirgsarten nicht durch Farben, sondern durch Zeichen angegeben sind, ausgeführt wurde. Robert Hooke widerlegte in seinen 1688—1689 geschriebenen Werken die Ansichten seines Landsmannes Lister über die Versteinerungen und erklärte sie zuerst für Ueberreste ausgestorbener Thierarten. Zugleich schlofs er aus ihnen, dafs das Klima der Erdgegend, wo jetzt England liegt, einst viel wärmer gewesen sein müsse, was ihn zu der Annahme veranlafste, die Erdaxe habe ihre Lage verändert.

Aufser den der Wissenschaft doch noch wesentlich förderlichen Arbeiten dieser beiden Naturforscher liefse sich sowohl unter den Zeitgenossen derselben, als auch noch später, bis fast gegen Ende des vorigen Jahrhunderts, eine grofse Zahl von Versuchen aufzählen, welche gemacht worden sind, um die Entstehung und Ausbildung unseres Erdkörpers oder seiner Oberfläche zu erklären. Leider aber war der Geist des Beobachtens und Sammelns sorgfältig ermittelter Thatsachen, welcher die Vorgänger so glücklich beseelt hatte, aus diesem Zweige der Naturwissenschaft zu dieser Zeit fast ganz verschwunden; die Neigung, die Entstehung der Erde genau aus den Worten der Mosaischen Schöpfungsgeschichte erklären zu wollen, hatte sich aller Köpfe, welche sich mit solchen Forschungen beschäftigten, dermafsen bemeistert, dafs es unmöglich

wurde, Thatsachen zu begreifen und zu deuten, welche mit den Darstellungen der Bibel irgend in Widerspruch zu stehen schienen. So geschah es denn, dafs man, um die bereits bekannten Thatsachen mit den einmal vorgefafsten Ideen in Einklang zu bringen, nicht selten an der Richtigkeit derselben willkürlich deutelte, oder zu den wunderlichsten, phantastischesten Hypothesen seine Zuflucht zu nehmen genöthigt war. Die Wissenschaft wurde daher in diesem Zeitraume wohl kaum um irgend eine fruchtbringende Thatsache oder um eine nützliche Gedankencombination bereichert, und wir sehen sie eher zurück- als vorwärts schreiten. Ja es ist ganz natürlich, dafs sich bei dem mit klarer Einsicht und Liebe für das Fortschreiten in der Erkenntnifs begabten Theile der Naturforscher sogar ein ganz entschiedener Widerwille gegen diesen Zweig der Wissenschaft einstellte und dafs deshalb sehr satirische Bemerkungen über die Bemühungen der Geologen dieser Zeitperiode zu finden sind. Buffon sagte, es müsse den Geologen gehen, wie schon Cicero von den Auguren sagt, dafs sie einander nicht wohl begegnen könnten, ohne zu lachen, und Lichtenberg, indem er die geologischen Ansichten des unmittelbar vor ihm liegenden Jahrhunderts zusammenstellt, macht die Bemerkung, dafs sie, wenn auch nicht Beiträge zur Geschichte der Erde, doch einen sehr merkwürdigen Beitrag zur Geschichte des menschlichen Verstandes, und zwar seiner Verirrungen, darbieten.

Zu den geologischen Schriften der eben besprochenen Zeitepoche gehören die Erdentstehungs-Theorieen von Burnet 1681, Woodward 1685, Whiston 1708, Scheuchzer 1708 u. s. w. Weniger engherzig und mehr philosophisch waren die Ansichten von Descartes 1685 und von Leibnitz 1683, welche beide die Erde durch Abkühlung einer Sonne entstehen lassen. Ihnen folgte der Italiener Lazaro Moro, welcher in seinem 1740 herausgegebenen (1751 deutsch übersetzten) Werke über die Veränderungen des Erdbodens die Hypothese Woodward's zu widerlegen suchte, alles Land für vulkanisch erhoben hielt und gleich Stenon zwei Erhebungsperioden annahm. Auf seine vulkanischen An-

sichten haben offenbar die 1707 im griechischen Archipelagus erschienenen neuen Inseln, sowie der früher, 1538 bei Puzzuoli entstandene Monte nuove, grofsen Einflufs gehabt.

§. 140. *Buffon.* — Einen hohen Grad von Theilnahme erregte hierauf die zuerst im Jahre 1743 in blühender Sprache vorgetragene kühne Hypothese Buffon's, welcher annahm, die Planeten, und so auch die Erde, seien von der glühend flüssigen Sonne durch den Stofs eines Kometen losgerissen und in ihre elliptischen Bahnen geschleudert worden. Rotation habe hierauf die Abplattung an den Polen, und Abkühlung das Festwerden der Oberfläche in etwa 34000 Jahren bewirkt. Zugleich schlofs er daraus, dafs die Temperatur der Erde in einigen 90000 Jahren bis zum Gefrierpunct herabgesunken und damit die gegenwärtige Schöpfungsperiode geschlossen sein werde. Das früher in Dunstgestalt die Erde umgebende Wasser habe sich, nach bis zu einem gewissen Grade erfolgter Abkühlung, auf der Oberfläche niedergeschlagen, dieselbe bis zu etwa 12000 Fufs Höhe bedeckt, hervorragende Theile zerstört und aufgelöst und aus diesem Material die Flötzgebirgsschichten abgelagert, während nun auch schon das organische Leben begonnen habe, dessen Ueberreste wir aus den ältesten Zeiten her versteinert finden, bei fortgesetzter Erkaltung entstandene Spalten und Höhlungen dem Wasser, welches, dort zum Theil in Dampf umgewandelt, heifse Quellen, gewaltige Zerstörungen, Erdbeben und vulkanische Erscheinungen veranlafste, einen unterirdischen Abzug gewährt hätten. Alle diese Vorgänge ordnete Buffon in sechs „Natur-Epochen." Obwohl dieser Hypothese eine specielle Begründung auf geognostische Thatsachen immer noch fehlte, so kommt sie doch in einigen allgemeinen Zügen den gegenwärtig herrschenden Ansichten sehr nahe und war wohl geeignet, zu ihrer Zeit so grofses Aufsehen zu erregen, als es wirklich geschah.

§. 141. *Entwickelung der Geognosie.* — Die noch zu geringe thatsächliche Begründung solcher geologischer Hypothesen wohl fühlend, schlugen einige Naturforscher jetzt mehr den Weg der genauen Untersuchung und Beschreibung ein, wodurch die Wissenschaft, welche wir Geognosie nennen, eigentlich zuerst vorbereitet wurde. Diese Richtung zog das

praktische Interesse des Bergbaues immer mehr in's Spiel, und so kam es, dafs die Bergbauwissenschaften von nun an um so enger mit den geologischen Studien verschmolzen wurden.

Der Schwede Tylas ist wohl der Erste, der 1750 diesen Weg betrat; ihm folgten in Deutschland zunächst besonders Lehmann, Füchsel, Lasius, v. Born, v. Charpentier und v. Trebra, in Rufsland Pallas, in Frankreich De Luc, Guettard, Desmares, Faujas de St. Fond und Dolomieu, in England Michel und Whitehurst, in Italien Giovanni Arduino und Hamilton (als englischer Gesandter in Neapel lebend), in Scandinavien Tobern Bergmann und der weit umher reisende Ferber, in der Schweiz endlich Saussure.

Nur bei einigen der hier flüchtig Genannten erlaube ich mir einen Augenblick länger zu verweilen.

Lehmann zeichnete sich aus durch seinen „Versuch einer Geschichte von Flötzgebirgen," Berlin 1756, worin er die südlichen Umgebungen des Harzes vortrefflich beschreibt und auf das Constante der Schichtenfolge aufmerksam macht. Füchsel, in Rudolstadt lebend, beschäftigte sich besonders mit den Flötzgebirgen Thüringens, entwarf eine geognostische Karte dieser Gegend, welche für Deutschland der erste Versuch dieser Art war, erklärte alle Flötzschichten für ursprünglich horizontal gelagert und erst nachher durch Hebungen oder Senkungen zum Theil gestört und stellte zuerst den Begriff „Formation" auf, welchen Werner später weit bestimmter ausbildete. Charpentier lieferte 1778 ein klassisches Werk unter dem Titel: „Mineralogische Geographie der chursächsischen Lande," welches die erste geognostische Karte eines beträchtlichen Landstriches enthält, auf der die Gebirgsarten durch Farben bezeichnet sind. Pallas machte nicht nur durch die Beschreibung seiner ausgedehnten Reisen in Sibirien und Südrufsland, sondern ganz besonders auch durch sein Werk: „*Observations sur la formation des montagnes*," Petersburg 1777, grofses Aufsehen. Er unterscheidet darin aufser dem Granit, den er für die ursprüngliche Unterlage aller anderen Bildungen hält, noch drei Ordnungen von Gebirgsarten, nämlich Schiefergesteine, aus

der Zerstörung des Granites hervorgegangen, Kalklager (Niederschläge des Meeres) und Erzeugnisse der Meeresbewohner, Korallenriffe, Muschelbänke u. s. w. Die Vulkane hält er mit mehren seiner Zeitgenossen für Resultate entzündeter Schwefelkiese und glaubt, dafs alle gröfseren Berge durch sie erhoben worden seien. Der Fund zahlreicher Mammuthreste in Sibirien, namentlich der eines wohl erhaltenen eingefrorenen ganzen Thieres, veranlafste ihn, eine mächtige, durch vulkanische Ausbrüche bewirkte, der Sündfluth entsprechende, von Süden nach Norden strömende Fluth anzunehmen.

Horace Benedict Saussure aus Genf, einer der ausgezeichnetsten Naturforscher aller Zeiten, durchforschte die Alpen mit einem Scharfblick, dem kaum eine für den Naturforscher wichtige Erscheinung dieser merkwürdigen Gebirgskette entging. Sein klassisches Werk darüber erschien 1796 unter dem Titel: „*Voyages dans les Alpes*,“ wiewohl sich seine Untersuchungen bis zum Aetna und nach Süd-Frankreich erstreckten. Seine Beobachtungen der Gletscherphänomene, der alpinischen Findlinge auf den benachbarten Gebirgsketten, aufserordentlicher Schichtenstörungen, senkrechter Conglomeratschichten am Montblanc und des Umstandes, dafs die Secundärketten der Alpen nicht nur der Hauptkette parallel laufen, sondern auch die steilsten Abhänge gegen sie hinkehren, wirkten später ganz vorzüglich auf die Entwickelung der Geologie ein und sind insofern als Vorbereitungen zu den Arbeiten L. v. Buch's und Elie de Beaumont's anzusehen. Mit Saussure schliefsen wir die vorbereitende Periode der Geognosie im achtzehnten Jahrhundert ab.

§. 142. *Abraham Gottlieb Werner* — wurde am 25. September 1750 zu Wehrau in der Niederlausitz geboren und starb am 30. Juni 1817. Der Ort seiner Thätigkeit war Freiberg. Diese Thätigkeit bestand mehr in einem begeisternden Vortrage und persönlicher Anregung als in Herausgabe von Schriften; eben so war Werner weniger Beobachter als Systematiker. Seit 1780 hielt er an der Bergakademie aufser den Vorträgen über Bergbaukunde und Mineralogie auch einen über die Lehre von den Felsgesteinen, welche Lehre er spä-

ter mit dem Namen Geognosie bezeichnete. Nachdem Werner, vom mineralogischen Standpuncte ausgehend, die einzelnen Felsgesteine fixirt hatte, wagte er sich an die Aufstellung des ersten allgemeinen geognostischen Systemes, dessen Hauptgrundsatz es ist, dafs auf der ganzen Erde überall die gesetzmäfsige Aufeinanderfolge der Gebirgsglieder und Schichten stattfinde. Diefs war ein kühner Satz, der zwar durch die Beobachtungen der späteren Zeiten nicht in dieser Allgemeinheit bestätigt worden ist, sich aber doch in gewisser Beziehung sehr der Wahrheit näherte und zu ausgedehnten gründlichen Forschungen und Zusammenstellungen auf das Lebhafteste anregte. Dieser Satz war es namentlich, der Werner's Schüler veranlafste, „die Natur von einem Pole zum anderen im Namen eines einzigen Mannes zu befragen.“

Werner nahm dabei an, dafs alle Gesteine in dieser bestimmten Reihefolge schichtweise in mehren auf einander folgenden Perioden aus dem Wasser abgesetzt worden seien, welches sich in der Zwischenzeit seiner 5 Perioden zurückgezogen habe. Die Vulkane waren ihm nichts als untergeordnete Erscheinungen, Entzündungen von Steinkohlen oder anderen brennbaren Lagerstätten, und die vulkanische Thätigkeit erkannte er überhaupt nicht als ein wesentliches Element der Erdausbildung an. Granit bildete nach Werner die Grundlage aller anderen Gesteine und wahrscheinlich den Kern der Erde; zu ihm gehörten noch Gneifs, Glimmerschiefer u. s. w. als Urgebirge; darauf hatten sich nach ihm die Uebergangsgebirge, die Flötzgebirge, die tertiären Gebirge und das aufgeschwemmte Land abgelagert. Diese sehr consequent durchgeführte, aber rein neptunische Erdentstehungstheorie war offenbar deshalb so einseitig geblieben, weil Werner zu der Zeit, als er sich dieselbe ausbildete, nur das Erzgebirge mit seinen nächsten Umgebungen gesehen hatte, in welchem die zerstörenden und bildenden Wirkungen vulkanischer (oder plutonischer) Thätigkeit wenigstens nicht sehr auffallend hervortreten.

In Folge dieser Theorie erklärte er nun auch die Unebenheiten der Erdoberfläche, Gebirge, Berge, Meeresbecken und Thäler, durch rein äufserliche Einwirkungen, namentlich

durch die Zerstörungen des Wassers, welches seine eigenen Bildungen örtlich wieder weggeschwemmt und so Gebirge und Berge zurückgelassen habe. Schichtenaufrichtungen, Brüche und Verwerfungen erkannte er nur als sehr locale Erscheinungen an, veranlafst durch das Zusammenstürzen unterirdischer Höhlungen, Abrutschungen und dergleichen.

Bei dem Allen führte die Werner'sche Betrachtungsweise zu den fruchtbarsten Entdeckungen im Gebiete der Geognosie, denn er machte zuerst auf die Bedeutung der Structurverhältnisse aufmerksam, benutzte das Fallen und Streichen der Schichten zur systematischen Bestimmung der Lagerungsverhältnisse, schuf überhaupt die Lagerungslehre und war mit einem Worte der Erste, welcher die Geognosie als Wissenschaft begründete.

Werner's rein neptunisches System, nach welchem der Basalt ein Glied der jüngsten Flötzgebirgsbildungen ist, von dem grofse nachfolgende Zerstörungen nur einzelne Kuppen übrig gelassen haben, rief in dieser Zeit den Gegensatz der von da an sogenannten Neptunisten und Vulkanisten sehr entschieden hervor, obwohl sich damals der Streit beider Parteien wesentlich nur um die Entstehung des Basaltes bewegte. Es war Johann Carl Wilhelm Voigt, welcher, im Uebrigen dem Werner'schen Systeme folgend, in dieser Beziehung gänzlich davon abwich und gegen Werner in einem sehr lebhaft geführten Streite (im bergmännischen Journal seit 1788 bis 1802) die Vulkanität des Basaltes vertheidigte. Wenn man jetzt diese Streitschriften unbefangen liest, so unterliegt es keinem Zweifel, dafs Voigt's Gründe siegreich waren; aber Werner's persönlicher Einflufs, begründet durch seine aufserordentlichen Leistungen, war damals so überwiegend, dafs Voigt von der Mehrzahl deutscher Geognosten überhört wurde, und seine dem herrschenden Systeme entgegengesetzten Ansichten veranlafsten sogar eine geringere Beachtung seiner übrigen literarischen Arbeiten über den Thüringer Wald und die Rhön, über praktische Gebirgskunde (1792) und über Steinkohlen, Braunkohlen und Torf (1802).

Während Werner in Deutschland sein rein neptunisches System aufzustellen begann, dem hier in Beziehung auf den

Basalt einzelne Vulkanisten entgegentraten, da in ihren Ansichten noch weiter gehende Vulkanisten kaum wagten, damit hervorzutreten, hatte James Hutton zu Edinburg bereits seit 1788 eine ganz entgegengesetzte Ansicht über die Erdentstehung überhaupt ausgesprochen, die wir, zur Unterscheidung von der blos den Basalt für vulkanisch erklärenden, die plutonische nennen können. Hutton also hielt nicht nur den Basalt, sondern auch Mandelstein, Porphyr, Granit u. s. w. für lavaartig emporgedrungene Gesteine, die jedoch deshalb sich von den gewöhnlichen Laven unterschieden, weil sie unter grofsem Druck erkaltet seien. Ebenso hielt er die meisten Flötzgebirgsgesteine für erhärtet durch unterirdische Wärme unter bedeutendem Druck und sprach zuerst den kühnen Gedanken aus, der körnige Kalkstein könne unter hohem Druck geschmolzen sein, ohne seine Kohlensäure verloren zu haben; eine Behauptung, welche erst mehre Jahre später durch die Experimente von James Hall erwiesen wurde, nachdem dieser ebenfalls durch Versuche gezeigt hatte, dafs geschmolzene Steinmassen durch langsames Erkalten nicht schlackig, sondern krystallinisch werden, wodurch er die wichtigsten Einwände der damaligen Neptunisten gegen Hutton entwaffnete. Die unterirdische Wärme hielt Hutton für das Product einer eigenthümlichen Lebensthätigkeit der Erde. Seine, besonders durch Plaifair eifrig vorgetragenen Ansichten wurden übrigens zu seiner Zeit, weil sie den damals bereits dominirenden entgegengesetzt waren, nur wenig beachtet und erregten erst später Aufsehen, als die sogenannte plutonische, jetzt herrschende Schule mit mancherlei Abweichungen daraus hervorging.

Wir treten nun der Gegenwart immer näher, ohne deshalb ausführlicher verfahren zu müssen, da die Lehren derselben zum Theil schon in den voranstehenden Abschnitten abgehandelt und dort auch die persönlichen Leistungen hier und da berührt worden sind.

Unter den Schülern Werner's, welche, seinem Geiste folgend, aber allmälig immer mehr seinem Systeme untreu werdend, bis in die gegenwärtige Zeit herein ragen, zeichneten sich unter Anderen folgende aus:

Karl Freiesleben und Ambrosius Reufs, welche aber beide weniger die Geologie als die Geognosie bearbeiteten, und von denen der Erstere namentlich die Kenntnifs der deutschen Flötzgebirge aufserordentlich vervollständigte (geogn. Beitr. zur Kenntn. des Kupferschiefergebirges, 1807—1815, geogn. bergm. Bemerk. über den Harz 1799, Beitr. zur mineral. Kenntn. v. Sachsen, 1817 und 1818) und noch in neuester Zeit wichtige Beiträge zur Kenntnifs der sächsischen Erzgänge geliefert hat.

§. 144. *A. v. Humboldt* u. *L. v. Buch.* — Unstreitig den höchsten Standpunkt unter den Schülern Werner's nehmen Alexander v. Humboldt und Leopold v. Buch ein, der Erstere durch seine, alle Zweige der Naturwissenschaft umfassenden Forschungen, der Letztere namentlich durch seine tiefen geognostisch-geologischen Studien, Beide durch vieljährige und weit ausgedehnte Reisen und durch einen hohen Grad jener glücklichen Eigenthümlichkeit, nicht durch vorgefafste Meinungen oder herrschende Ansichten von neuen fruchtbaren Gedanken und Forschungen abgehalten zu sein. Alexander v. Humboldt durchreiste nicht nur ganz Europa, sondern auch einen grofsen Theil von Amerika und Asien. Durch diese ausgedehnten Reisen wurde zuerst die unter allen Zonen und in allen Welttheilen gleichförmige, von klimatischen Verhältnissen unabhängige Zusammensetzung und Architektur der festen Erdkruste bestimmt erkannt; an den Vulkanen wurde der grofsartige Zusammenhang, sowie der tiefe Ursprung nachgewiesen und die Erkenntnifs des Bereiches ihrer Thätigkeit dadurch aufserordentlich erweitert. Diese und viele ähnliche Belehrungen sind besonders zusammengestellt in dem wichtigen Werke über die Lagerung der Gebirgsarten in beiden Hemisphären (1820). Die aus den Petrefacten und anderen Umständen hervorgegangene Ueberzeugung, dafs die Erde in unseren Breiten in gewissen Perioden vor der Erschaffung des Menschen weit wärmer gewesen sein müsse als jetzt, hatte früher schon mehre unhaltbare Erklärungen durch Veränderung der Erdaxenlage, der Ekliptik u. s. w. hervorgerufen; v. Humboldt erklärte diese Thatsache eine Zeit lang auf die Weise, dafs er annahm,

bei dem Festwerden des früher flüssigen Erdkörpers durch eine Art von Krystallisation sei eine aufserordentliche Menge von Wärmestoff frei geworden und erst nach und nach durch Ausstrahlen in den Weltraum wieder verloren gegangen. Ein unermefsliches Aufsehen hat im vorigen Jahre der erste Theil seines Cosmos gemacht, in welchem er mit Meisterhand Alles zusammenfafst, was wir durch das Studium der Natur bisher erkannt haben.

L. v. Buch ist es, dem die Geognosie und Geologie vorzugsweise ihre gegenwärtige Gestalt und Ausbildung verdankt; er wies nach und deutete auf das Bestimmteste die Erhebung vulkanischer Inseln und Berge, der grofsen Gebirgsketten und ganzer Länder; er machte auf den äufseren und inneren Parallelismus der Gebirgssysteme aufmerksam, worauf Elie de Beaumont später seine Erhebungstheorie gründete; er entdeckte und deutete die Natur der Erhebungskrater; er unterschied den Melaphyr vom rothen quarzführenden Porphyr, eine Unterscheidung, die um so wichtiger wurde, da er zugleich zu zeigen versuchte, dafs viele Gebirge durch den Melaphyr zuerst zu ihrer jetzigen Höhe erhoben worden seien. Er stellte eine kühne Hypothese über die räthselhafte Entstehung der Dolomitfelsen auf; er verfolgte das organische Leben der Vorwelt mit unermüdlichem Scharfblick durch alle Stadien seiner Entwickelung und förderte die Kenntnifs und geognostische Anwendbarkeit der Versteinerungen in hohem Grade, namentlich durch seine Arbeiten über Ammoniten, Terebrateln und Cystideen, die einen ganz neuen Weg der Betrachtung eröffneten; er ist endlich noch fortwährend damit beschäftigt, die deutschen Flötzgebirge nach geognostischen und petrefactologischen Charakteren geordnet darzustellen.

Die wichtigsten der vielen Arbeiten L. v. Buch's sind: Geogn. Beobachtungen auf Reisen durch Italien und Deutschland 1802 und 1809, Reise durch Norwegen und Lappland 1810, physikalische Beschreibung der Canarischen Inseln 1825, die in v. Leonhard's Taschenbuch 1824 abgedruckte Abhandlung über Melaphyr und Dolomit, ferner die akademischen Schriften über Ammoniten 1831, über Terebrateln 1834, über

Delthyris 1837, über den Jura in Deutschland 1839, Beiträge zur Bestimmung der Gebirgs-Formationen in Rufsland 1840, über Cystideen 1845.

§. 144. *Andere Schüler Werner's.* — In Frankreich wurde die Werner'sche Lehre zuerst durch Brochant de Villiers und vorzüglich durch d' Aubuisson de Voisin verbreitet, welcher Letztere 1819 in der ersten Auflage seines *Traité de Geognosie* eine vollständige Entwickelung derselben lieferte, die als die befste ihrer Zeit durch Uebersetzungen wieder nach Deutschland zurückgebracht wurde; d'Aubuisson, der 1803 auch für den Basalt noch die neptunische Bildungshypothese lebhaft vertheidigt hatte, wich jedoch, nachdem er die Auvergne gesehen, in diesem Punkte gänzlich von seinem grofsen Meister ab. Dieses Untreuwerden der eifrigsten und berühmtesten Schüler Werner's, nachdem sie vergeblich versucht hatten, die Natur dem Systeme anzupassen, mufs selbst für den Uneingeweihten kein geringer Beweis der Unhaltbarkeit des Princips sein. Auch A. v. Humboldt und L. v. Buch waren, als sie in die Welt hinauszogen, eifrige Neptunisten, wie anders gesinnt kehrten sie heim!

Der lebhafteste Vertheidiger von Werner's Lehre in England war Jameson, der 1811 die *Wernerian Society* stiftete.

Der Freiberger Lehrstuhl der Geognosie blieb seinem Begründer noch lange treu. In den Jahren 1833 und 1836 legte Kühn, sein Nachfolger, die neptunische Lehre mit grofser Vollständigkeit und gewissenhafter Berücksichtigung gemachter Einwände dem grofsen Publicum in seiner Geognosie vor. Von 1835 bis 1842 nahm Naumann, dessen wichtige Arbeiten vielfach erwähnt wurden, als entschiedener Vulkanist, seine Stelle als Lehrer der Geognosie zu Freiberg ein. Seit seiner Berufung nach Leipzig ist diese Stelle mir übertragen.

Unter den deutschen Lehrern der Geognosie und Geologie ist hier namentlich auch Cäsar v. Leonhard zu nennen, dessen besondere Leistungen bereits vielfach erwähnt worden sind. Er gehört dem herrschenden Systeme an.

§. 145. *Beachtung der Versteinerungen.* — Ein unermefsliches Hülfsmittel zu ihrer ferneren Entwickelung ge-

wann die Geologie und Geognosie im Anfange dieses Jahrhunderts durch die sorgfältige Beachtung der Versteinerungen und ihres Vorkommens in den Gebirgsschichten. Früher hatte man diese gewöhnlich nur als Ueberreste einer vorweltlichen Schöpfung betrachtet und wenig auf ihre Aufeinanderfolge von unten nach oben geachtet. Da machte William Smith, welcher auf seinen Geschäftsreisen als englischer Civilbaumeister Gelegenheit hatte, die englischen Flötzgebirge in allen Theilen des Landes genau kennen zu lernen, zuerst darauf aufmerksam, dafs diese Reste von untergegangenen Thier- und Pflanzenschöpfungen in den verschiedenen Gebirgsschichten keineswegs zufällig vertheilt sind, sondern dafs gewisse Formen stets nur in gewissen Schichten unabänderlich wiederkehren, und eine jede Species ihre bestimmte Stellung behauptet, weshalb ihr Vorkommen in verschiedenen Theilen von England zu Identificirung der Schichten, in welchen sie gefunden werden, dienen müsse. Diese Beobachtung wurde später durch unzählige Thatsachen fast überall bestätigt und hat den aufserordentlichen Rang begründet, welchen die Versteinerungskunde gegenwärtig im Gebiete der Geognosie und Geologie einnimmt, denn sie ist dadurch nicht nur das befste und sicherste Hülfsmittel zu Bestimmung des relativen Alters der Flötzformationen, sondern auch die reichhaltigste Quelle für die Entwickelungsgeschichte der klimatischen Verhältnisse und des organischen Lebens auf der Erde geworden.

§. 146. *Cordier*, *Breislack*, *Davy*. — Wir kehren nun zu den Grundzügen der Ausbildung der Geologie im engeren Sinne zurück, da die neuesten Fortschritte der Geognosie im Verlaufe der Schrift bereits berücksichtigt worden sind. Nachdem man sich vielseitig von der Unhaltbarkeit einer consequent durchgeführten neptunischen Erdentstehungstheorie überzeugt hatte, begannen die sogenannten plutonischen Ansichten sich immer mehr zu entwickeln. Cordier hatte die Annahme eines ursprünglich heifsflüssigen Zustandes der Erde auf's Neue angeregt und mit haltbaren Gründen unterstützt. Scipio Breislack, ein Italiener, erbaute seine Geologie auf eine gleiche Voraussetzung, wobei er jedoch sonderbarer Weise

— vielleicht aus übertriebener Ehrfurcht vor dem Alter des Granites — annahm, dafs die Erkaltung von innen nach aufsen vorgeschritten sei. Die versteinerungsleeren krystallinischen Gesteine galten ihm zwar sämmtlich für Erstarrungsproducte, nicht sehr glücklich war er aber mit der weiteren Anwendung dieser guten Grundlage, da er weder die Erdwärme, noch die Schichtenaufrichtungen und Gebirgserhebungen damit in Zusammenhang brachte, der doch so nahe liegt.

Eine ganz neue und in den zwanziger Jahren unseres Jahrhunderts viel Anklang findende Ansicht rief der berühmte Chemiker Humphry Davy hervor, indem er die eben erst entdeckte Zusammensetzung der Erden und Alkalien aus metallischen Basen und Sauerstoff auf die Geologie anwendete. Er suchte zunächst durch den Oxydationsprocefs der Erdbasen die vulkanischen Erscheinungen speciell zu erklären, und in Folge davon hielt man endlich den ganzen Erdkörper für einen nur an der Oberfläche oxydirten Metallklumpen und alle krystallinischen Gesteine für Oxydationsproducte der Metalloide und Metalle, so nämlich, dafs der Vorgang der Oxydation zugleich ihre Lagerungs- und Verbandsverhältnisse erklären sollte. Diese durch eine wichtige Entdeckung der Chemie hervorgerufene und jedenfalls historisch sehr beachtenswerthe Hypothese wurde neuerlich von Bischoff in seiner Wärmelehre gründlich widerlegt.

§. 147. *Elie de Beaumont's Erhebungstheorie.* — Auf die Beobachtungen L. v. Buch's, dafs in gewissen Gegenden bestimmte Richtungen der Bergketten und zum Theil auch der Streichungslinien und Gränzen der Gesteine, sowie der Hauptthäler, vorherrschen, fufsend und diese Beobachtungen speciell fortsetzend, begründete Elie de Beaumont im J. 1830 seine Erhebungstheorie, nach welcher alle Gebirgsketten gleichen Alters auch gleiche Richtung haben. Er nimmt an, dafs die Erdkruste in verschiedenen Perioden durch jedesmal an allen Orten parallel wirkende Kräfte zu Gebirgen erhoben worden sei. Sein Verfahren, das relative Alter der Gebirgserhebungen zu bestimmen, beruht auf dem sehr einfachen unbestreitbaren Satze, dafs gehobene oder steil aufgerichtete Schichten stets älter sein müssen als die Ursachen ihrer

Hebung oder Aufrichtung, und dafs überall wagerecht an ein Gebirge angelagerte Formationen aller Wahrscheinlichkeit nach jünger sind als die Erhebung des Gebirges. Auf diese Weise gelangte er zur Feststellung der überaus wichtigen Wahrheit, dafs die Gebirge in sehr verschiedenen Zeiten erhoben worden sind, und dafs ihre Erhebungsepochen von grofsem Einflufs auf die Reihenfolge und Gruppirung der Flötzgebirge gewesen sein müssen. Elie de Beaumont hat 12 bis 15 dem Alter und der Richtung nach verschiedene Erhebungsysteme unterschieden, von welchen die 12 am deutlichsten erkannten auf folgende Weise charakterisirt werden.

1) **System von Westmoreland und vom Hundsrück.** Die Grauwackenschichten sind gehoben, aber keine neueren. Die Richtung der Hebung ist NO¼O — SW¼W. Hierher gehören z. B. die Eifel, der Taunus, die Insel Man und Süd-Schottland.

2) **System des Belchen** (in den Vogesen). Die Schichten bis zum Kohlenkalkstein aufwärts sind gehoben, die Steinkohlen liegen übergreifend darüber. Streichungslinie O15°S — W15°Ns. Hierher gehören z. B. die Hügel der Bocage in Calvados.

3) **System von Nord-England.** Die Schichten der Steinkohlenformation sind die jüngsten der dadurch erhobenen. Streichungslinie S — N.

4) **System der Niederlande und von Süd-Wales.** Das ganze Steinkohlengebirge ist gehoben. Streichen NO — SW. (Saarbrück, Aachen.)

5) **Rheinisches System.** Hebung bis zum Zechstein. Streichen S — N. oder SSW — NNO. (Vogesen, Schwarzwald.)

6) **System des Böhmer und Thüringer Waldes.** Der Keuper ist die jüngste gehobene Formation. Streichen SO—NW. (Vendée, Bretagne.)

7) **System des Erzgebirges.** Gehoben soll die Juraformation, nicht gehoben der Quadersandstein sein. Streichen SW — NO. (Côte d'Or, Mont Pilas, Jura z. Th.)

8) **System des Monte Viso.** Der ältere Theil der Kreide ist gehoben, der jüngere nicht. Streichen NNW — SSO.

9) **System der Pyrenäen und Apenninen.** Die jüngsten Kreideschichten sind mit gehoben, die Molasseschichten nicht. Streichen NW — SO, also dem sechsten, von dem es oft schwer zu unterscheiden ist, parallel. (Harz, Teutoburger Wald u. s. w.)

10) System von Corsica und Sardinien. Die ältesten Molasseglieder sind gehoben, die jüngeren nicht. Streichen S—N. (Hessische Basaltberge.)

11) System der West-Alpen. Auch die jüngsten Molasseglieder sind mit erhoben. Streichen N26°O—S26°W.

12) System der Hauptkette der Alpen, von Wallis bis Oesterreich. Ein Theil der Diluvialgebilde ist mit erhoben. Streichen W—O oder ONOg.O—WSWg.W. (Monte Ventoux, Leberon.)

Die Theorie dieser Erhebungslinien ist neuerlich in den *Etudes sur l'histoire de la terre* von F. de Boucheporn noch weiter ausgedehnt worden; aus den abgebrochenen Linien sind durch ihn über den ganzen Erdball hinweggezogene gröfste Kreise geworden, und ihre historische Aufeinanderfolge wird mit einer mehrfach wiederholten Aenderung der Lage der Erdaxe in Beziehung gebracht.

Es läfst sich Mancherlei gegen die strenge Durchführung auch schon der nur Elie de Beaumont angehörigen Erhebungstheorie anführen. Viele Gebirge sind offenbar nicht auf ein Mal, sondern ruckweise oder langsam zu verschiedenen Zeiten in gleicher oder abweichender Richtung bis zu ihrer gegenwärtigen Höhe erhoben worden, so das Erzgebirge vor der Steinkohlenbildungszeit, zwischen dieser und der des Rothliegenden, endlich vor und nach der Ablagerung des Quadersandsteins; der Thüringer Wald vor der Bildung des Kohlengebirges und nach Ablagerung des Keupers, vielleicht sogar zum dritten Male nach der Kreideperiode gemeinschaftlich mit dem parallelen Harz, der ebenfalls mehre Hebungen erlitten hat. Diese verschiedenen Erhebungen sind zum Theil sehr deutlich nachweisbar durch abweichende und übergreifende Lagerungsverhältnisse der Flötzgebirge. Es scheint der einmal gebrochene Weg stets leicht wieder von Neuem aufgerissen worden zu sein; deshalb finden sich denn auch in den Gebirgen gewöhnlich Massengesteine sehr verschiedenen Alters beisammen, während weite Strecken dazwischen eine sehr einförmige Zusammensetzung zeigen. Ferner ist die Annahme, dafs gleichzeitige Hebungen überall parallel und ziemlich geradlinig erfolgt seien, nicht hinreichend durch Thatsachen begründet, *a priori* aber sogar unwahrscheinlich. Auch sprechen Darwin's wichtige Beobacht-

ungen über die Hebungs- und Senkungsfelder der Südsee (§. 41) ganz gegen die strenge Durchführung von Elie de Beaumont's Theorie und noch mehr gegen deren Erweiterung durch Boucheporn. Dessenungeachtet hat diese geistreiche Theorie unsere Wissenschaft aufserordentlich gefördert, und viele unbestreitbare Wahrheiten sind dadurch zuerst in helles Licht gestellt worden. Auch sind die ersten Elemente derselben sicher begründet, d. h. viele Erhebungen sind über grofse Landstriche hinweg oft gleichzeitig und meist parallel erfolgt, und das relative Alter der Erhebungsepochen läfst sich aus dem Verhalten der dadurch afficirten oder nicht afficirten Flötzgebirge schliefsen.

§. 148. *Buckland und Lyell.* — In England, wo man sich von jeher vorzugsweise bemüht hat, die Resultate geologischer Forschungen mit den Aussprüchen der Bibel in möglichsten Einklang zu bringen, versuchte diefs in den letzten Jahren Dr. Buckland in Beziehung auf die plutonischen Lehren der Geologie, indem er in seinem übrigens ganz vortrefflichen Bridgewater-Buche die Schöpfungsgeschichte der Bibel nur auf die letzte geologische Periode seit der Diluvialzeit bezieht und alle früheren Perioden ganz unabhängig davon betrachtet. Wir überlassen es dem Glauben eines Jeden, zu beurtheilen, inwiefern dadurch für das Seelenheil der Geologen oder für ihre Wissenschaft etwas gewonnen wird. Unabhängiger von den Vorurtheilen seiner Zeit entwickelte Charles Lyell seine *Principles of Geology* (und *Elements of Geology*), worin er zu erweisen sucht, dafs in allen vergangenen Perioden keine anderen Kräfte und Umstände auf die Ausbildung der Erde eingewirkt haben als gegenwärtig. Diese zwar mit vielen höchst lehrreichen Entwickelungen der gegenwärtigen Veränderungen der Erdoberfläche unterlegte, aber etwas extreme Behauptung ist vielfach mit guten Gründen bestritten worden, hat aber doch den unendlichen Nutzen gehabt, auf die gegenwärtig thätigen Kräfte und ihre grofsartigen Wirkungen aufmerksamer zu machen und ihnen als äufserst wichtigen Elementen der Geologie gröfsere Anerkennung zu verschaffen. Lyell fordert, um den gegenwärtigen Zustand der Erde durch

die jetzt thätigen Kräfte entstehen zu lassen, nichts Anderes als ungemessene Zeiträume. Wenn z. B. die heutigen Erdbeben zuweilen Hebungen oder Senkungen grofser Landstriche von wenigen Fufsen bewirken, so gehören nur einige tausend in Millionen Jahren auf einander folgende solche Erdbeben dazu, um ein ausgedehntes Land, eine mächtige Gebirgskette viele tausend Fufs hoch zu erheben oder Festland tief unter den Meeresspiegel zu senken. Die Gesteine theilt er in neptunische (wässerige), vulkanische, plutonische und metamorphische; sie alle entstehen nach ihm noch fortwährend, die ersteren beiden Arten vor unseren Augen, die letzteren beiden (auch Hypogene genannt) hingegen in grofser Tiefe unter hohem Druck. Aus den neptunischen und vulkanischen werden durch Umwandelung metamorphische (Gneifs, Glimmerschiefer etc.), die plutonischen aber (Granit etc.) unterscheiden sich von den vulkanischen nur deshalb, weil sie eben in grofser Tiefe erkalten. Nach dieser Hypothese sind zu jeder Zeit aufser den plutonischen auch vulkanische Gesteine entstanden, und wir fragen vergeblich, warum in den älteren Flötzgebirgen keine Geschiebe, oder andere Spuren von Laven und Basalten gefunden werden. Lyell übergeht den frühesten Zustand des Erdkörpers als einen unerforschlichen Act der Schöpfung gänzlich und nimmt, den bisherigen Erfahrungen widersprechend, an, dafs das organische Leben auf der Erde nicht stufenweise entwickelt, sondern von Anfang an vollständig, aber natürlich vom jetzigen abweichend gewesen sei. Gern wollen wir ihm zugeben, dafs die Naturkräfte und Gesetze von Anfang an dieselben waren, und es dankbar anerkennen, dafs er diese Idee lebhaft angeregt hat; aber die Wirkungen dieser Gesetze und Kräfte haben offenbar den gegenwärtigen Zustand, der kein ursprünglicher sein kann, erst aus einem früheren herausgebildet und sind sich folglich nicht durch alle Zeiten gleich geblieben, sondern haben sich mit ihren Objecten fortwährend verändert. Diese Hauptidee ist es, welche unserem Systeme zu Grunde liegt. Ich behaupte, dafs man eine Entwickelungsgeschichte des Erdkörpers nachweisen kann, und nicht blos beständige Umänderungen von sich stets gleichbleibender Energie.

§. 149. *Neue Darstellungen und Hypothesen.* — Nach Leopold v. Buch und Carl Lyell ist im Gebiete der Geologie kein durch eine Persönlichkeit bedingter hervorragender Fortschritt gemacht worden, nur allmälig haben sich die Ansichten Stufe für Stufe entwickelt und geläutert, und diese weitere Entwickelung ist als ein gemeinschaftliches Resultat, als ein Gemeingut zu betrachten. Die neueren geologischen Werke und Hypothesen von G. Bischoff (Wärmelehre unseres Erdkörpers 1837), Burmeister (Schöpfungsgeschichte 1841), Petzholdt (Geologie 1845), F. de Boucheporn (*histoire de la terre* 1844), Agassiz (über Kälteperioden in seinem Werke: *sur les Glaciers* 1840), Bertrand (die Revolutionen des Erdballs, deutsch 1844), v. Bruchhausen (die wiederkehrenden Eiszeiten und Sündfluthen 1845), Keferstein (Naturgeschichte der Erde 1834), Churchill (?) (*Vestiges of the Natural History of Creation* 1844), E. Hopkins (*Connexion of Geology with terrestrial magnetism* 1844), Carus (Briefe über das Erdenleben 1841), Adhemafs (Theorie des Wasserwechsels auf den Hemisphären 1845), Wagner (Geschichte der Urwelt 1845), Fuchs (die Theorie der Erde 1844), Klee (der Urzustand der Erde 1843), Nowack (die Räthsel unserer Quellen 1844), Gruithuisen (Beweis von der Gröfse der Urmeere) sind theils als recht gute Darstellungen der herrschenden Ansichten, theils aber als mehr oder weniger mifslungene oder phantastische Versuche und Hypothesen zu betrachten.

§. 150. *Neueste Theorieen.* — Lyell's Annahme der fortdauernden gleichmäfsigen Umwandelungen ist die Basis für einen grofsen Theil der neueren geologischen Theorieen geworden. Wir können sie alle unter der Bezeichnung Stetigkeitstheorieen, welche eine für alle Zeiten gleichmäfsige Energie der Naturkräfte annehmen, zusammenfassen. Ihnen gegenüber erheben sich wesentlich nur die Entwickelungstheorieen, von einem früher anders beschaffenen Zustande des Erdkörpers ausgehend, die ich im folgenden Abschnitte, von ihren speciellen Modificationen absehend, zu skizziren beabsichtige. Als Begründer der letzteren sind nicht bestimmte Persönlichkeiten zu bezeichnen, sie sind vielmehr das Resultat sehr viel-

seitiger Studien, und ich für meinen Theil finde mich vollkommen befriedigt, wenn es mir gelingt, sie durch einige noch nicht in dieser Weise hervorgehobene Gründe und Modificationen zu unterstützen.

§. 151. *Neueste Ansichten über die Entstehung der krystallinischen Schiefergesteine.* — Der dunkelste Theil in der Geologie ist gegenwärtig unstreitig die Entstehungsgeschichte der krystallinischen Schiefergesteine, für die wir keine analogen Bildungen beobachten können. Ich will versuchen, die darüber herrschenden Ansichten etwas zu beleuchten, ohne jedoch hier in eine specielle Kritik einzugehen.

Nach der Stetigkeitstheorie sind die krystallinischen Schiefergesteine nicht nur von jeher aus Schichtgesteinen entstanden, sondern entstehen im Innern der Erde unter besonderen Umständen noch jetzt daraus. Nach der Entwickelungstheorie hingegen sind sie entweder durch ursprüngliche Erstarrung der heifsflüssigen Erdmasse oder durch Metamorphose aus den ältesten Schichtgesteinen entstanden, entstehen aber jetzt nicht mehr. Untersuchen wir kurz, was für, und was gegen diese Ansichten spricht.

Für und gegen die fortdauernde Entstehung der Schiefergesteine aus Schichtgesteinen sprechen zunächst mehr oder weniger dieselben Gründe, welche für und gegen die nicht fortdauernde Entstehung derselben aus den ältesten Schichtgesteinen anzuführen sind, mit Ausnahme folgender Umstände, welche sich nur gegen die fortdauernde Entstehung und ihre einzelnen angenommenen Modificationen einwenden lassen.

1) Es fehlt bei strenger Durchführung dieser Theorie an jedem Anfangs- oder Ausgangspunkte, an jeder Basis für die ersten Ablagerungen, wenn man sie nicht etwa im Mittelpunkte der Erde beginnen lassen will.

2) Die allgemeinen Lagerungsverhältnisse der Schiefergesteine sind damit in Widerspruch, wenn man von einigen noch zweideutigen Ausnahmen in den Alpen absieht.

3) Die neueren Flötzformationen zeigen fast überall, wo wir sie kennen, eine so mannigfaltige Zusammensetzung aus verschiedenartigen Gesteinen, dafs wir unmöglich annehmen

können, durch irgend eine Umwandlung, sei sie, welcher Art sie wolle, würden so gleichförmige Gesteinsgebiete hervorgebracht werden können, wie die des Gneifses, des Glimmerschiefers u. s. w. Grobe Conglomerate, Sandsteine, Schieferthone, Mergel, Kalksteine, Dolomit, Gyps u. s. w., die in den jüngeren Flötzformationen so häufig mit einander wechseln, müfsten doch nothwendig sehr ungleiche Schiefergesteine bedingt haben, während sich in diesen in der Regel weithin grofse Einförmigkeit der Zusammensetzung zeigt, wenigstens durchaus keine solche Abwechselung, wie man bei der Voraussetzung so verschiedenen Ursprungs erwarten müfste.

4) Man kennt aufser den jedenfalls noch sehr unsicheren in den Alpen, keine Uebergänge krystallinischer Schiefergesteine in neuere Flötzformationen. Uebergänge in die Gesteine der Grauwackengruppe sind dagegen allerdings unverkennbar.

5) Soll, wie Lyell annimmt, die Umwandlung durch Einwirkung aus den Tiefen emporgedrungener Eruptivgesteine in denjenigen inneren Regionen erfolgt sein, wo die vulkanischen Massen durch hohen Druck und langsame Erkaltung vorzugsweise als Granite erstarrten, so ist dagegen zu erinnern, dafs viele und selbst sehr mächtige Granitgebiete von Thon- oder Grauwackenschiefer umgeben sind, die in ihrer Nähe sich auf ganz andere Weise umgewandelt zeigen, da sie nicht in krystallinische Schiefer, sondern in Hornfels, Fleckschiefer oder Chiastolithschiefer übergegangen sind. (Vergl. S. 274.)

Dieser Gegengrund trifft bei Weitem nicht in demselben Grade die Metamorphose der Entwickelungstheorie, da nach ihr der Granit je nach seinem relativen Alter und dem Schnelligkeitsgrade seiner Abkühlung auch sehr verschieden auf seine Nachbarn eingewirkt haben kann, während er nach Lyell nur unter ganz bestimmten Umständen entstanden ist.

6) Der ganzen Stetigkeitstheorie stehen nicht nur die §. 147 angeführten Thatsachen, sondern auch noch manche andere, S. 161, 162 u. s. w. erwähnte entgegen. Unter diesen halte ich für besonders wichtig die unverkennbare Entwickelungsreihe in den Flötzformationen, welche §. 163 weiter zu besprechen ist.

Für die Entstehung der krystallinischen Schiefergesteine durch ursprüngliche Erstarrung und durch theilweise spätere Eruptionen des Gneifses sprechen:

1) Ihre meist sehr krystallinische Natur und die Art ihrer mineralogischen Zusammensetzung, die oft der sicher durch Erstarrung gebildeter Eruptivgesteine entspricht, so die des Gneifses der des Granites, die des Glimmerschiefers der des Greisens, die des Hornblendeschiefers oder Grünsteinschiefers der des Grünsteins u. s. w.

2) Ihr relatives Alter, da sie in der Regel unter den ältesten Schichtgesteinen liegen und keine Fragmente oder Geschiebe enthalten (wo diefs, wie im Fichtelgebirge der Fall ist, da ergeben sie sich auch durch ihre Lagerung als eruptiv, wogegen Geschiebe von ihnen schon in den ältesten Schichtgesteinen vorkommen).

3) Der Umstand, dafs die Annahme dieser Entstehungsweise uns ganz ungezwungen einen ersten Ablagerungsboden und durch Wasserwirkung zugleich das Material für die ersten, deshalb den obersten (in diesem Sinne also ältesten) Schiefergesteinen sehr ähnlichen Ablagerungen liefert.

4) Ihre Schiefertextur und Quasischichtung ist mindestens nicht als Grund dagegen anzuführen, sie kann durch einseitige und successive Erstarrung oder nach Naumann's Ansicht theilweise durch Streckung (und dann meist als Linearparallelismus ausgesprochen) entstanden sein. Auch viele sicher eruptive Gesteine zeigen bekanntlich diese Textur.

5) Das örtliche Auftreten des Gneifses als Eruptivgestein, welches nach dieser Theorie von dem Gneifs, als unterstem neuestem Gesteine der Erstarrungskruste, auch *a priori* gerade am meisten zu erwarten ist.

Dagegen sprechen:

1) Die S. 381 und 384 angeführten Gründe für die Umwandlung.

2) Die Belemnitenreste in dem glimmerschieferähnlichen Gestein an der Furka in der Schweiz, ein Umstand, der, wenn man das Gestein wirklich als krystallinischen Glimmerschiefer anzusehen hat, sogar sehr zu Gunsten der Stetigkeitstheorie

ausschlägt. Der Fall steht aber noch ganz isolirt da und ist in sich etwas zweideutig.

Wenn die Entwickelungstheorie die krystallinischen Schiefergesteine durch Metamorphose aus den ältesten Schichtgesteinen entstehen läfst, so nimmt sie an, die erste Erdkruste sei durch Erstarrung entstanden, auf ihr hätten sich aber bald so mächtige Ablagerungen von Schichtgesteinen gebildet, dafs durch diese, die Wärmeaustrahlung in den Weltraum sehr vermindernde Decke der Schmelzpunkt der Erde wieder etwas nach aufsen gerückt und die zuerst erstarrte Kruste, sowie vielleicht selbst ein Theil der darauf gelagerten Schichtgesteine, auf's Neue in den heifsflüssigen Zustand versetzt, die nun zunächst darauf schwimmenden Schichtgesteine aber jedenfalls sehr stark afficirt und in krystallinische Schiefergesteine umgewandelt worden seien. Auf diese Weise würde von den allerersten Gesteinsbildungen des Erdkörpers vielleicht gar nichts mehr vorhanden sein, und es wäre ganz begreiflich, dafs die am tiefsten liegenden Schichtgesteine am stärksten, gewöhnlich in Gneifs sich umgewandelt hätten und dieser zuweilen sogar dabei eruptiv geworden wäre, während dieses Gestein nach aufsen durch Glimmer- und Thonschiefer in Grauwackenschiefer übergeht; ja selbst die verhältnifsmäfsig grofse Festigkeit der Grauwackengesteine könnte dadurch bedingt sein.

Für diese Ansicht sprechen:

1) Die allgemeinen Lagerungsverhältnisse der krystallinischen Schiefer zwischen den Schicht- und Massengesteinen.

2) Insbesondere die Gneifsmäntel, von denen zuweilen, aber nicht immer, die Granitellipsoide in Glimmerschiefer- oder Grauwackengebieten umgeben sind.

3) Der Uebergang, welcher zwischen den Gesteinen der Grauwacke und den krystallinischen Schiefern stattfindet.

4) Die in gewissem Grade sogar analoge petrographische Zusammensetzung beider, welche sich durch analoge Gesteinsverbindungsformeln und selbst durch einzelne Gesteine zu erkennen giebt. Die Graphitschichten und die körnigen Kalk- oder Dolomitlager der krystallinischen Schiefer können sehr gut

als umgewandelte Kohlen- und Kalksteinlager der Grauwackengruppe betrachtet werden.

5) Der Umstand, dafs, wenn dabei die krystallinischen Schiefergesteine oft eine noch gröfsere Einförmigkeit zeigen, als die Grauwackengebilde, diefs sehr gut mit der nach der Tiefe überhaupt abnehmenden Mannigfaltigkeit in der Zusammensetzung der Schichtgesteine in Uebereinstimmung gebracht werden kann, da die krystallinischen Schiefer nach dieser Theorie offenbar der Hauptsache nach von noch älteren Schichtgesteinen als denen der Grauwacke herrühren.

Dagegen lassen sich anführen:

1) Der zur Zeit noch stattfindende Mangel erfahrungsmäfsiger oder theoretischer chemischer Begründung einer solchen Umwandlung. Mindestens kann man von den Vertheidigern derselben verlangen, dafs sie, wie es für den Graphit und körnigen Kalkstein sehr leicht ist, auch für die übrigen einzelnen krystallinischen Schiefergesteine die speciellen Urgesteine bezeichnen. Bei den Erklärungsversuchen des Umwandlungsprocesses sind jedenfalls vage Hypothesen, wie die Gährungstheorieen Keferstein's und Keilhau's, gänzlich auszuschliefsen.

2) Die allerdings nicht häufigen Geschiebe oder Fragmente von schon fertigen krystallinischen Schiefergesteinen (Gneifs, Glimmerschiefer u. s. w.) in der unteren Grauwacke, denn diese setzen offenbar voraus, dafs die Umwandlung schon vor der Bedeckung mit Grauwacke erfolgt war, was sich mit dieser Theorie nicht leicht vereinigen läfst.

3) Die Thatsache, dafs die in dem Grauwackengebiete ganz gewöhnlichen sehr häufigen Wechsel von Grauwackenschiefer und Grauwackensandstein sich in den krystallinischen Schiefern nicht wiedererkennen lassen.

4) Die Fälle, in welchen sich für den Gneifs durch Lagerung und eingeschlossene Fragmente eruptive Bildung nachweisen läfst, stehen zwar nicht in Widerspruch mit der Theorie, heben aber den Grund dafür ganz auf, den man aufserdem aus der übereinstimmenden schieferigen Textur herleiten könnte, da sich diese in eruptivem, also flüssig be-

wegtem Gestein doch nicht erhalten haben könnte, sondern jedenfalls auf's Neue entstanden sein müfste.

5) Dafs die krystallinischen Schiefer durch den Gneifs mindestens eben so vollkommen in die Granite übergehen, als durch den Thonschiefer in den Grauwackenschiefer, macht wenigstens den aus letzterem Umstande entnommenen Grund dafür wieder zweideutig.

Es versteht sich von selbst, dafs diese Gründe nicht nach ihrer Zahl, sondern durchaus nur nach ihrem relativen Werthe gegen einander abgewogen werden dürfen.

Skizzirter Versuch

einer Entwickelungsgeschichte der Erde.

§. 152. *Erster Zustand.* — Der erste Zustand unserer Erde, welchen wir aus den geognostischen Thatsachen mit einiger Sicherheit erschliefsen können, ist ein heifsflüssiger gewesen; über einen früheren, vielleicht dampfförmigen, zu urtheilen, liefert uns die Geognosie kein Anhalten, diese weiteren Speculationen gehören vielmehr ganz in das Gebiet der Physik, Astronomie oder Philosophie. La Place hat darüber zuerst sehr schöne Betrachtungen angestellt. Die Gründe, welche uns zur Annahme eines heifsflüssigen Zustandes berechtigen, sind kürzlich folgende.

1) Aus der Form der Erde, welche vollständig einem Rotationssphäroid (einer durch Umschwung um ihre Axe abgeplatteten Kugel) entspricht, geht mit Zuverlässigkeit hervor, dafs ihre ganze Masse einst in gewissem Grade flüssig war denn es ist unserem Verstande zuwider, eine Gestalt, die vollkommen den noch jetzt auf den Erdkörper wirkenden Gesetzen der Schwere und Centrifugalkraft entspricht, durch etwas Anderes zu erklären als eben durch die Wirkung dieser Kräfte, die wirklich vorhanden sind, die aber nur einen in gewissem Grade flüssigen Körper so gestalten konnten. Diese Gestalt widerspricht zugleich allen Annahmen eines wahren organi-

schen Lebens der Erde; denn sie ist lediglich durch das Gesetz der Gravitation, von welchem die Centrifugalkraft nur ein Theil ist, bedingt, während organische Geschöpfe und selbst schon Krystalle stets mehr oder weniger das Gravitationsgesetz aufheben und modificiren.

Nun ist aber

2) Wärme das einzige uns bekannte Auflösungs- oder Erweichungsmittel für die Totalmasse aller irdischen Stoffe. In Wasser z. B. lösen sich nur sehr wenige auf, und in dem jetzt auf der Erde vorhandenen Wasser würde überdiefs nur ein höchst kleiner Theil alles Festen gleichzeitig aufgelöst oder erweicht sein können.

Es kann daher die Gestalt des Erdkörpers, wenn man sich nicht ganz in unmotivirte Annahmen versteigen will, nur durch einen früheren heifsflüssigen Zustand desselben erklärt werden; für diesen sprechen aber ferner noch folgende Umstände:

3) Die noch jetzt in der Richtung gegen den Mittelpunkt der Erde hin beobachtete constante Zunahme der Temperatur, die warmen Quellen, die Vulkane und die Erdbeben, welche andeuten, dafs das Erdinnere noch sehr warm und zum Theil sogar heifsflüssig ist. Dasselbe geht indirect auch aus der mittleren Dichtigkeit und Schwere der Erde hervor, welche noch viel gröfser sein müfste, als man sie gefunden hat, wenn nicht eine mächtig ausdehnende Kraft, wie es die Wärme ist, dem Drucke der Massen gegen den Mittelpunkt das Gegengewicht hielte.

4) Die durch Erkaltung aus Lavaströmen entstehenden Gesteine sind in jeder Beziehung vielen älteren Massengesteinen aufserordentlich ähnlich und durch diese mit den anderen Massen- und Schiefergesteinen so nahe verwandt, dafs sich überhaupt für alle Massengesteine, welche doch, wie wir gesehen haben, einen sehr grofsen und wichtigen Theil der festen Erdkruste ausmachen, ein ähnlicher Ursprung um so mehr voraussetzen läfst, da ein grofser Theil derselben zugleich unter Verhältnissen beobachtet wird, welche auf ihre gewaltsame Bewegung in weichem Zustande von unten nach oben hindeuten und welche durch allerhand chemische Einwirkungen auf die

durchbrochenen Gesteine eine einst hohe Temperatur vermuthen lassen.

Versuchen wir es, unter diesen Umständen von der Annahme des einst heifsflüssigen Zustandes des ganzen Erdkörpers auszugehen und unter der Voraussetzung, dafs der Weltraum schon damals eine niedrigere Temperatur als die jetzige Erdoberfläche gehabt habe, daraus durch Abkühlung unter Anwendung der uns bekannten Naturgesetze den gegenwärtigen Zustand der Erde abzuleiten. Gelingt diefs, so wird es von Neuem zum Beweise der Richtigkeit jener Schlüsse über den ersten Zustand dienen.

§. 153. *Erste Gestaltung.* — Wie jeder freischwebende, vorherrschend nur der Schwerkraft der eigenen Theile unterworfene flüssige Körper, so mufste auch die heifsflüssige Erde sich zur Kugel (zum Tropfen) formen und zwar in der Weise, dafs, wenn überhaupt verschieden schwere (ungleich stark sich anziehende) Theile vorhanden waren, die schwereren sich nach dem Mittelpunkte senkten, und immer leichtere sich concentrisch darum herum lagerten. Diese Anordnung nach der Schwere ist nicht nur ganz im Allgemeinen befolgt, sondern scheint sogar auch dadurch erkennbar, dafs die älteren Eruptivgesteine im Durchschnitt specifisch leichter sind als die jüngeren, welche letzteren vermuthlich aus gröfserer Tiefe empordrangen. Waren aufser den tropfbar flüssigen auch elastisch flüssige Theile vorhanden, so werden diese die äufserste Schicht eingenommen, die erste Atmosphäre gebildet haben, eine Atmosphäre, die offenbar aus ganz anderen und viel mehr Stoffen bestehen mufste als unsere jetzige, weil viele Körper und Stoffe noch nicht im tropfbar flüssigen oder festen, sondern nur im dampfförmigen Zustande verbleiben konnten, z. B. das Wasser oder seine Elemente, der Kohlenstoff u. s. w.

Durch den Umschwung um eine imaginäre Axe wurde nothwendig die Kugelform an den Polen abgeplattet und in die eines Rotationssphäroides verwandelt. Da aber gleichzeitig auch die übrigen Himmelskörper, namentlich Sonne und

Mond, mit einer gewissen Anziehungskraft auf die Erde wirkten, durch welche sie noch gegenwärtig die Ebbe und Fluth des Meeres veranlassen, so wird dadurch die regelmäfsige Rotationsgestalt der Erde gestört und abgeändert worden sein, wie denn auch wirklich die Gradmessungen und Pendelbeobachtungen verschiedener Gegenden gleicher Breiten etwas abweichende Resultate für die Gestalt der Erde ergeben haben.

§. 154. *Rindenbildung durch Erkaltung.* — Die Temperatur des Weltraumes scheint, nach der Temperatur unserer Erdpole zu schliefsen, gegenwärtig unter — 40° C zu liegen. Es ist kein Grund vorhanden, eine wesentliche Veränderung derselben anzunehmen, und so wird denn diese niedere Temperatur von je her erkaltend auf den viel wärmeren Erdkörper gewirkt haben, bis endlich der ferneren Erkaltung dadurch Grenzen gesetzt wurden, dafs die von der Erde in den Weltraum ausstrahlende Wärme nicht mehr betrug, als die durch die Sonnenstrahlen auf der Erdoberfläche erzeugte. Dieser Zustand scheint bereits seit sehr langer Zeit, vielleicht seit Erschaffung des Menschengeschlechtes, eingetreten zu sein; wenigstens soll nach Fourié's Berechnungen aus einer vor 2000 Jahren beobachteten Mondfinsternifs die Gesammttemperatur des Erdkörpers seit jener Zeit noch nicht um $\frac{1}{288}$ Grad abgenommen haben können, weil sonst sein Durchmesser sich verkleinert und seine Umfangsgeschwindigkeit sich merklich verändert haben müfste, was nicht der Fall ist. Eine sehr sinnreiche Berechnung, die jedoch von Bischoff in seiner Wärmelehre angegriffen worden ist.

Die von aufsen einwirkende Erkaltung bewirkte, als sie einen gewissen Grad erreicht hatte, nothwendig die Erstarrung der äufsersten, bis dahin heifsflüssigen Rinde der Erde, und so entstand durch einen der Eisbildung genau entsprechenden Procefs die erste Erstarrungskruste.

Die Resultate dieser ersten Erstarrung sind nun nach §. 150 entweder die krystallinischen Schiefergesteine, oder es sind dieselben nach ihrer Ueberlagerung wieder umgeschmolzen und folglich als solche gar nicht mehr vorhanden. Sind

es die krystallinischen Schiefer, so hat man die obersten derselben als die ältesten, zuerst erstarrten zu betrachten.

Urgebirge, Urgesteine, Primitivgesteine, waren früher sehr beliebte Bezeichnungen für die ältesten oder im Gegensatze zu den Secundärgebirgen ursprünglichen Gebilde. Diese Ausdrücke sind bei dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaft kaum noch auf irgend ein Gestein in ihrer vollen Bedeutung mit Sicherheit anzuwenden, wenn man nicht eben die krystallinischen Schiefergesteine als erste Erstarrungskruste betrachten will.

§. 155. *Massengesteine.* — Die durch Erstarrung gebildete erste feste Rinde konnte unmöglich sogleich ganz und unzerstört bleiben. Die Bewegungen der darunter befindlichen heifsflüssigen Masse, welche durch Einwirkung von Sonne und Mond (Ebbe und Fluth), sowie durch andere kosmische und tellurische Agentien (Magnetismus, Elektricität u. s. w.) nothwendig und fortwährend veranlafst werden mufsten, sowie die Zusammenziehung durch Abkühlung, sprengten stets die sich bildende Kruste auf die manchfaltigste Weise entzwei. Durch die gröfseren oder kleineren Oeffnungen und Spalten drangen flüssige Massen zur Oberfläche empor, welche in den Spalten selbst oder in darüber ergossenen Anhäufungen als krystallinische Massengesteine erstarrten. Auf diese Weise begann also die Bildung der Eruptivgesteine und dauerte mit durch die zunehmende Verdickung der starren Kruste bedingten beständigen Modificationen fort bis jetzt. Die ersten Zerspaltungen der verhältnifsmäfsig noch sehr dünnen Kruste waren weit geöffnet, durch sie drangen grofse Massen mit geringer Energie, und diese erkalteten zwischen den heifsen Spaltenwänden und unter einer dichten und warmen Atmosphäre sehr langsam, und deshalb ganz krystallinisch ohne alle Verglasung. Das ist der Charakter der Granitgesteine. In etwas engeren Räumen, und im Allgemeinen wohl auch etwas später erstarrten die Grünsteine und Porphyre, dann die Melaphyre und zuletzt die Basalte und Phonolithe, die, in voluminösen Massen langsamer erkaltend, sich als Dolorite und Trachyte ausbildeten, und die noch jetzt als Laven hervorgeprefst werden.

Bei der Erstarrung aller dieser Eruptivgebilde zeigen sich gewisse im Kleinen wie im Grofsen stets wiederkehrende Vorgänge, die mehr oder weniger dem allgemeinsten Verlaufe der Erderstarrung entsprechen und sich ganz im Kleinen fast bei jedem Schmelzprocefs, besonders auch beim sogenannten Spratzen des Silbers, beobachten lassen. Die leichteren, oberen, äufseren Theile der flüssigen Masse erstarren zuerst; in ihnen bilden sich durch Contraction oder Bewegung Spalten, und in diese dringen dann Theile der inneren noch flüssigen, zuweilen specifisch schwereren Masse (Erzgänge) ein. Dieser Vorgang kann sich potenziren und auch zu der Bildung von Erstarrungsbreccien Veranlassung geben. Stets zeigen sich dabei die schneller erkalteten Theile derselben Mischung dichter, als die langsamer erkalteten.

Die meisten Eruptivgesteine sind von gewissen accessorischen Bildungen und Erscheinungen begleitet, von dichten, glasigen, blasigen, mandelsteinartigen oder zersetzten Varietäten von Breccien, Conglomeraten, Tuffen, Gangbildungen, Störungen und Veränderungen des Nebengesteins. Die Wirkungen nach aufsen haben nothwendig Rückwirkungen nach innen zur Folge gehabt, die eversen Metamorphosen haben inverse bedingt. Dieser Umstand erklärt es vielleicht sogar, warum die Natur der Eruptivgesteine oft in einer constanten Beziehung zu der Natur der von ihnen durchsetzten Gesteine steht, so die gewisser Grünsteine zu der des Thon- und Grauwackenschiefers.

In der Altersreihe der Eruptivbildungen ist eine fortschreitende Entwickelung ganz unverkennbar. Sie ist von der Art, dafs sie sich sehr gut durch allmälige Abkühlung des Erdkörpers und dadurch bedingtes Dickerwerden seiner festen Kruste, durch Erstarrung nach innen und durch Ablagerung nach aufsen erklären läfst. Die ältesten Eruptivgesteine sind im Allgemeinen specifisch leichter, kieselerdereicher und dadurch strengflüssiger als die neueren, sie treten in gröfseren Massen auf, sind deshalb und wegen der damals allgemein höheren Temperatur krystallinischer und weniger von blasigen oder glasigen Varietäten begleitet. Die bei ihrer Eruption ungleich dünnere feste Kruste erlaubte leichter weite Spaltöffnungen, ohne bedeutende Gebirgserhebungen nöthig zu machen,

und gestattete den etwa gebildeten Dämpfen auf unzähligen Spalten (Erzgängen) leichtere Auswege als jetzt, wo diese Dämpfe deshalb weit mehr zu den concentrirten vulkanischen Eruptionserscheinungen beitragen.

Die quarzhaltigen Eruptivgesteine und namentlich die Granite, bei denen sich zuweilen nachweisen läfst, dafs der Feldspath um etwas früher fest geworden ist, als der Quarz, haben, wie erwähnt, zu dem Einwand Veranlassung gegeben, sie könnten wegen der höchst ungleichen Schmelzbarkeit ihrer Bestandtheile (Quarz, Feldspath und Glimmer) nicht durch Erstarrung aus einem heifsflüssigen Zustande hervorgegangen sein. Schon Fournet hatte durch seine Ueberschmelzungstheorie diesen Einwand zu beseitigen gesucht. Weit vollständiger ist diefs neuerlich durch Durocher (*Comptes rendus* 1845 p. 1275) geschehen. Er zeigt, dafs gewisse dichte Felsitgesteine (Petrosilex) ganz dieselben chemischen Bestandtheile in denselben Proportionen wie der Granit, aber in dichtem Zustande und nicht in 3 Mineralien abgesondert enthalten. Dieses dichte Gestein, obwohl so kieselerdereich wie Granit, hat dennoch die Schmelzbarkeit des Feldspathes und beweist somit, dafs die Bestandtheile des Granites in ihrer Verbindung, so lange sie noch nicht in die 3 Mineralien, Quarz, Glimmer und Feldspath, abgesondert waren, recht wohl bis zum Erstarrungspunkt des Feldspathes heifsflüssig bleiben konnten, während sie sodann unter günstigen Erstarrungsverhältnissen nach mineralogischen Gesetzen so aus einander krystallisirten, wie wir sie im Granit finden. Aus demselben flüssigen Gemenge kann bei schnellerer Erkaltung Petrosilex entstanden sein, und auch die meisten Quarzporphyre zeigen eine so analoge Zusammensetzung, dafs man sie recht füglich als die späteren und in etwas kälteren Umgebungen und etwas kleineren Räumen etwas schneller erkalteten Ergüsse derselben Masse betrachten kann, wonach sie sich zu den Graniten etwa verhalten würden, wie neuere Laven zu älteren.

§. 156. *Schichtgesteine und Organismen* (Grauwackengruppe). — Nach vielfachem Zertrümmern und Aneinanderkitten der Theile mufste endlich die feste Kruste der Erde

doch einen gewissen dauernden Zusammenhang und Halt bekommen, die Zerspaltungen derselben vereinzelten sich mehr, und es entstand eine ruhigere feste Oberfläche, auf welcher sich unter dem aufserordentlich starken Drucke der damals noch mit sehr vielerlei Stoffen geschwängerten Atmosphäre Wasser condensiren konnte, dessen Temperatur vielleicht den jetzigen Siedepunkt weit überstieg, was unter hohem Drucke bekanntlich möglich ist. Dieses Wasser wirkte durch seine hohe Temperatur um so auflösender und durch die vielfache Bewegung, der es örtlich ausgesetzt war, um so zerstörender auf die vorhandene feste Oberfläche. Es sammelten sich in ihm aufser den chemisch darin aufgelösten Salzen, von denen der Gehalt des jetzigen Meeres nur als ein schwacher Ueberrest anzusehen ist, viele Theile der äufsersten und ältesten Erstarrungskruste, und diese Theile setzten sich an ruhigeren Orten als älteste Schichtgesteine ab. Diese können nach §. 151 vielleicht z. Th. wieder umgeschmolzen oder wenigstens metamorphosirt worden sein. Jedenfalls war mit dem Auftreten des Wassers als solchem auf der Erdoberfläche eine der wichtigsten Bedingungen für die Existenz organischer Wesen erfüllt. Sobald es die Temperatur nur irgend erlaubte, begannen sie sich zu entwickeln und das Uebermafs von Kohlenstoff aus der damaligen Atmosphäre in sich zu concentriren. Spuren von ihnen finden wir beinah schon in den untersten unveränderten Schichtgesteinen, in der unteren Grauwacke, und die Graphitlager der krystallinischen Schiefer deuten für die metamorphische Ansicht noch ältere Organismen an.

Wenn es auch zuweilen den Anschein hat, als wäre dem Naturforscher nichts unerklärbar, wie denn z. B. die uns bekannten Naturgesetze so ziemlich hinreichen, um die Ausbildung der Erde im Allgemeinen unter gewissen vorausgesetzten Umständen zu erklären, so wird man doch immer bei näherer Untersuchung aus dieser Täuschung herausgerissen, denn der erste Anfang und die Ursache aller Dinge, das eigentliche Wesen aller Kräfte, bleiben dem menschlichen Verstande stets unaufgelöste Räthsel. Ein solches unlösbares Räthsel, bei dem wir nothwendig an die unerforschliche Macht eines Schöpfers appelliren müssen, ist eben so, wie der erste

Ursprung der Erdmasse, auch die Entstehung organischer Wesen. Wir können wohl die äufseren Bedingungen angeben, die unseren Erfahrungen gemäfs für das Bestehen der irdischen Organismen erfüllt sein müssen, aber noch nie ist es gelungen, auf dem Wege des Experimentes neue Organismen zu erzeugen, oder auch nur das schöpferische „es werde", die Zauberformel der Natur für organische Zeugung und anorganische Schöpfung, in einem ähnlichen Gesetze auszudrücken, wie z. B. das der Schwere oder das der Lichtbrechung es ist, obwohl auch diese, wie alle sogenannten physikalischen Gesetze, eigentlich nichts über das innerste Wesen der Dinge und Kräfte verrathen, sondern nur bestimmte Ausdrücke für ihre äufseren Erscheinungen sind.

Möge nun der Keim für alle lebende Wesen bei dem ersten Schöpfungsacte sogleich für alle Zeiten in den Stoff der Erde gelegt und wie dieser der Einwirkung weise berechneter Naturkräfte überlassen worden sein, so dafs mit den gegebenen Bedingungen immer auch die entsprechenden organischen Formen sich entwickelten, oder möge für jedes neue Geschöpf die unerforschliche Urkraft von Neuem thätig gewesen sein, so ist doch so viel gewifs, dafs wir für den Hauch des organischen und geistigen Lebens, wie für die Entstehung aller anderen Naturkräfte und Stoffe, eine erste Ursache annehmen müssen, die wir nicht weiter zerlegen können, eine Ursache, die wir Menschen je nach Religion oder Sprache Allah, Jehova, Gott, Schöpfer oder Urkraft nennen. — Genug, es entstanden Organismen, angemessen jener hohen Temperatur, jener dichten Atmosphäre, welche beide auf der Erde damals noch alle klimatischen Unterschiede unbemerkbar machten. Korallen und Crinoiden bauten von Pol zu Pol ihre kalkigen Gehäuse vom Boden des Meeres auf; Orthoceren, die riesigen Repräsentanten unserer Tintenfische, schwere Schalen von 2—3 Fufs Länge mit sich schleppend, und andere dem Nautilus ähnliche gewundene Cephalopoden (Goniatiten, Clymenien und Nautiliten) belebten die Oberfläche des Oceans oder suchten in den Tiefen desselben ihre Nahrung, die aus allerhand Muscheln bestand, deren Formen längst aus dem Reiche der

lebenden Wesen verschwunden sind. Zu ihnen gesellten sich schon in dieser Zeit einzelne Fische und in gröfserer Menge jene wunderbaren krebsartigen Thiere, welche man, weil sie aus drei Haupttheilen bestehen, Trilobiten genannt hat. Diese mit sehr zusammengesetzten Augen versehenen Thiere setzen schon ähnliche Lichtwirkungen auf der Erde voraus, als jetzt stattfinden. Die Existenz derselben war aber verhältnifsmäfsig nur von kurzer Dauer; sie sind, wie die Orthoceratiten und Goniatiten, fast nur auf die Zeit der Grauwackenbildung beschränkt, während dagegen z. B. der Gattungstypus der Nautiliten und Terebrateln alle späteren Epochen durchlebt hat und noch jetzt nicht gänzlich ausgestorben ist. Kryptogamische Gewächse, welche heut zu Tage und in unserem Klima nur am Boden kriechen und auch unter der tropischen Sonne nur selten noch sich zur Baumform erheben, ragten zur Grauwackenzeit in kolossaler Gestalt einzeln an den Ufern und aus den Sümpfen empor (Calamiten und Lepidodendra), und kleine Farrenkräuter wucherten zwischen ihnen.

Schon die ersten Thiere und Pflanzen der Erde lassen sich somit in unsere jetzigen Hauptklassen einreihen, obwohl die Formen derselben gänzlich von den heutigen abweichen. Ihre Verbreitung scheint eine sehr allgemeine gewesen zu sein, denn alle die als besonders charakteristisch für die Grauwackenepoche bezeichneten Familien und Gattungen finden sich in allen Welttheilen, wo überhaupt Ablagerungen aus der Grauwackenzeit aufgefunden worden sind. Diefs ist eine Folge des Mangels klimatischer Unterschiede und der allgemein hohen Temperatur, welche mehr von der Erde als von der Sonne ausging.

Es mufs nothwendig auffallen, dafs in diesen ersten Gebilden Reste von auf der Stufenleiter der Organisation ziemlich tief stehenden Geschöpfen gefunden werden, während in späteren Zeiten nach und nach immer höhere auftreten und erst zuletzt der Mensch erscheint. Schon Moses scheint diese Thatsache geahnt zu haben, indem er in seiner Genesis die Schöpfung des Unorganischen und der Organismen von unten nach oben vorschreiten läfst, mögen ihn nun Naturbeobachtungen oder allgemeine philosophische Gründe dazu veranlafst

haben. Jedenfalls ist dieser Verlauf der Schöpfung eine sehr weise Einrichtung oder vielmehr ein nothwendiges Naturgesetz. Denn frei auf dem Lande lebende Thiere, besonders warmblütige und solche mit höherer geistiger Organisation, hätten in so kohlenstoffreicher und sauerstoffarmer Atmosphäre, auf so bewegtem, oft aufserordentlich gewaltsam erschüttertem Boden, wie das damalige wenige Fest- und Inselland darbieten konnte, unmöglich athmen und glücklich gedeihen können. Ich sage: das damalige wenige Land, denn in der That wird es im Verhältnifs gegen jetzt nur eine sehr untergeordnete Fläche eingenommen haben, weil überhaupt alle Niveauunterschiede geringer, folglich die Meere weniger tief, aber ausgebreiteter, die Berge weniger hoch, aber zusammenhängender, nicht so von Thälern durchschnitten sein mufsten. Denn die Durchbrüche der noch dünnen Kruste erforderten weniger Kraftaufwand und hatten weniger merkbare Folgen als später die einer dickeren.

§. 157. *Kohlengruppe.* — Die Oberfläche der Erde hatte sich hierauf mehr und mehr befestigt, das Land begann immer mehr sich von dem Wasser zu sondern, d. h. es wurden gröfsere Flächen erhoben, auf denen eine reiche kryptogamische Vegetation sich entwickelte, begünstigt durch die noch sehr gleichmäfsige hohe Temperatur und durch Feuchtigkeit der kohlenstoffreichen Atmosphäre. Noch ragten aber keine eigentlichen Berge zu grofsen Gebirgen empor, und in Folge davon waren kaum Quellen und Flüsse vorhanden. Das aus unzähligen gröfseren und kleineren Inseln bestehende Land war vielmehr überall vielfach von stagnirendem Wasser bespült, theils vom zusammenhängenden Ocean, theils von Landseen, welche mit gehoben waren und keinen Abflufs fanden. Diefs Alles wirkte auf eine eigenthümliche üppige Vegetation hin; namentlich scheinen in den flachen ausgesüfsten, allmählig verdunstenden Landseen sich unermefsliche Torfbildungen entwickelt zu haben, deren Ränder und später sich befestigende Oberflächen ganze Wälder von baumförmigen Sigillarien, deren Wurzeln, die Stigmarien, auf Torfgrund deuten, Lycopodien, Schafthalmen und Farrenkräutern trugen. Erdbeben und in Folge davon Ueberströmungen des

Meeres oder gewaltige Regengüsse führten von Zeit zu Zeit neues Wasser, losgerissenen Sand und Thon in diese Becken hinein, die mineralischen Theile lagerten sich über dem Torf ab, und in dem zurückgebliebenen verdunstenden Wasser begann die Vegetation auf's Neue. Durch öftere Wiederholung solcher Vorgänge erklären sich alle die oft sehr zahlreich über einander gehäuften Kohlenlager, deren Gesammtheit gewöhnlich beckenartige Vertiefungen der Erdoberfläche ausfüllt. Fast stets findet man in ihnen über den festen, aus Torf entstandenen Kohlenlagern Schichten von Kohlenschiefer, Schieferthon oder Sandstein mit Resten von Landpflanzen, welche auf der Oberfläche oder an den Rändern der Torflager gewachsen sind; dann folgt wieder ein Kohlenlager u. s. w. War ein solches See- oder Torfbecken endlich bis zum Rande mit Schichten gefüllt, so hörte die Kohlenbildung in ihm auf. Einige Kohlenlager, welche sich jedoch immer von jenen unterscheiden werden, können aber auch durch Anhäufung von vom Wasser zusammengeschwemmten Pflanzentheilen, in Meerbusen, durch bedeckte Fucusbänke, oder durch blofse Bedeckung dichter Waldstrecken entstanden sein.

Auf ähnliche Weise erklären sich auch die Kohlenablagerungen, welche zuweilen schon in der Grauwackengruppe vorkommen. Wie aber die Steinkohlen durch die längere Zeit ihres Bestehens sich von Braunkohlen und diese vom Torf unterschieden haben, so ungefähr unterscheiden sich die Anthracitlager der Grauwackengruppe von den Steinkohlen.

Die Kohlenbildung war aber sicher immer nur eine locale, und ihr werden der Zeit nach stets in anderen Erdtheilen erfolgte Meeresablagerungen entsprechen.

Das Rothliegende, wie es sich in Deutschland gewöhnlich entwickelt zeigt, ist höchst wahrscheinlich vorzugsweise durch porphyrische Eruptionen bedingt. Dafür spricht schon seine gewöhnlichste Verbreitung an den Rändern oder im Innern porphyrischer Gebirge oder wenigstens in ihrer Nähe. Die mächtigen und ausgedehnten Conglomeratschichten desselben setzen offenbar grofse vorgängige Zerstörungen voraus, und gewisse ihm zugehörige Thonsteine verhalten sich zu den

Porphyren ganz ähnlich wie Trafs oder Basalttuff zu den Basalten, wie Moja oder Peperin zu den Vulkanen. Da jedoch die Conglomerate des Rothliegenden fast stets auch viele Porphyrgeschiebe einschliefsen, so geht daraus hervor, dafs ihre Ablagerung erst nach dem Culminationspunkte der porphyrischen Eruptionen erfolgt sein wird, welche eben das Material dazu vorbereiteten. Das Rothliegende umschliefst mehrfach Pflanzenreste, welche denen der Steinkohlenzeit ziemlich entsprechen, sich aber von jenen häufig dadurch unterscheiden, dafs bei ihnen nicht die äufsere Structur als Abdruck, sondern die innere durch Verkieselung erhalten ist (Holzsteine Staarsteine).

§. 158. *Zechstein und Trias.* — Der Kupferschiefer ist nur ein locales Glied der Flötzreihe, auf das nördliche und westliche Deutschland beschränkt, welche Landstriche während seiner Bildungsepoche einen grofsen, gegen England geöffneten Meerbusen gebildet zu haben scheinen. Es wird aber nöthig sein, im Verfolg unserer geologischen Betrachtungen immer mehr solcher Localgebilde des mittleren Europas zu berücksichtigen und somit von der Geschichte der allgemeinen Erdausbildung auf die eines grofsen Landstriches überzugehen, theils weil noch nicht genug Beobachtungen der Flötzgebirge in anderen Welttheilen vorliegen, theils und ganz besonders aber auch, weil mit der gröfseren Manchfaltigkeit der Gestaltung und Zusammensetzung der Erdoberfläche auch eine immer gröfsere Manchfaltigkeit der Flötzablagerungen der einzelnen Gegenden entstanden ist, die sich nun nicht füglich alle gleichzeitig in die Darstellung ziehen lassen. Die Natur und Reihenfolge der Massengesteine, von überall in ähnlicher Weise sich verändernden Umständen abhängig, bleibt sich über die ganze Erdoberfläche, wie es scheint, viel mehr gleich als die Natur der Flötzablagerungen, welche um so manchfaltiger wurden, je mehrerlei zu zerstörendes und wieder abzulagerndes Material schon vorhanden war und je unebener die Erdoberfläche wurde.

Der Kupferschiefer als unterstes und somit ältestes Glied der Zechsteinformation scheint seinen Metallgehalt metallischen Dämpfen oder Quellen zu verdanken, welche zu dieser Zeit als

Nachwirkung porphyrischer Eruptionen emportraten. Er ist gewöhnlich in der Nähe der Porphyre am metallreichsten, und die zahlreichen Fische, welche er einschliefst, deuten nicht nur durch ihre häufige Krümmung einen plötzlichen Tod — etwa durch Vergiftung — an, sondern sie können auch wirklich nicht in einem Meere gelebt haben, welches von Haus aus so viel Kupfersolution enthalten hätte, als nöthig war, um den Kupferschiefer niederzuschlagen.

Eben so dürften die localen Gyps-, Salz- und Spatheisensteinstöcke, welche die Zechsteinformation besonders am Thüringer Walde charakterisiren, durch Nachwirkungen benachbarter Eruptionen bedingt sein, und diese wie jene stehen zu Erzgängen in gewissen Beziehungen.

Auf den Zechstein folgte in Deutschland und Frankreich bis zum Keuper eine regelmäfsige Reihenfolge kalkiger, mergeliger, thoniger und sandiger Schichten, welche als Ablagerungen des Meeres anzusehen sind und häufig auch Dolomit, Gyps und Steinsalz enthalten, während in England diese sehr zusammengesetzte Reihe fast nur durch eine einförmige, meist rothe Sandsteinablagerung vertreten wird, in welcher namentlich das bei uns so auffallend hervortretende Glied, der Muschelkalk, gänzlich fehlt.

Das Steinsalz, welches jetzt Einige nebst vielem Gyps für ein Eruptivgebilde erklären wollen, scheint mir durchaus nichts Anderes, als ein krystallinischer Niederschlag des Salzgehaltes im Meere zu sein, bedingt durch temporäre starke Verdunstung oder Reactionen besonderer Art. Es werden deshalb Spuren davon in allen Meeresformationen gefunden, nur in der einen mehr als in der anderen, in Deutschland gerade im Muschelkalk am häufigsten. Sein gewöhnliches Zusammenvorkommen mit Gyps und Dolomit könnte wohl der Hypothese des Einströmens heifser Dämpfe das Wort reden, weil diese selbst oder die sie veranlassenden Eruptionen eine vermehrte Verdunstung oder andere Reactionen erklären.

Die geringmächtigen Kohlenlager, z. B. die Lettenkohle, in der Triasgruppe, setzen trotz ihrer ausgedehnten Verbreitung über Schwaben und Thüringen nicht unbedingt eine Erhebung

über das Meeresniveau voraus; sie können füglich durch besondere Begünstigung einer Fucoidenvegetation oder durch Einschwemmen von den benachbarten Küsten her, auf dem Meeresboden entstanden sein.

Für keine dieser jüngeren Flötzgebirgszeiten ist aber eine allgemeine Meeresbedeckung anzunehmen, der Mangel irgend eines Flötzgebirges in irgend einer Gegend ist vielmehr in der Regel dadurch zu erklären, dafs zu dieser Bildungszeit jene Gegend als Land trocken lag, von welchem Umstande nur zuweilen deutliche Beweise als Versteinerungen von Landgeschöpfen durch spätere Meeresbedeckungen erhalten worden sind.

Die organischen Reste der Flötzreihe vom Zechstein bis zum Keuper gehören gröfstentheils dem Meere, manche aber auch dem Lande an. Zu den Korallen, Mollusken, Crustaceen und Fischen der früheren Periode treten jetzt auch Saurier und sogar sehr vereinzelte Spuren von Vögeln, welche letztere beiden, während der Ebbezeit die Meeresküsten entlang laufend, im angespülten Thon und Sand Fufsspuren hinterlassen haben.

Unter den Cephalopoden zeichnet sich wieder ein Genus in dieser Epoche aus, welches weder rückwärts, noch vorwärts darüber hinausragt; es sind diefs die auf den Muschelkalk beschränkten Ceratiten, Ammoniten mit wellenförmig in einander greifender Concameration. Terebrateln, Myaphorien und Aviculen haben zu gleicher Zeit familienweise dicht gedrängt beisammen gelebt und füllen ganze Schichten aus; dagegen fehlen dem Muschelkalk die Bewohner des flachen Meeresgrundes, namentlich die Korallen, fast gänzlich.

Die Sandsteine zunächst über und unter dem Muschelkalk enthalten Spuren einer Festlandvegetation, welche sich schon weit mehr als die der Steinkohlenperiode der heutigen tropischen Flora nähert, die Farren sind kleiner als in den Steinkohlen, und die immer noch ungewöhnlich grofsen Schafthalme haben zum Theil schon Blattscheiden, welche den Calamiten gefehlt zu haben scheinen. Aufserdem treten Cycadeen hinzu, und eine eigenthümliche Coniferengattung, Voltzia, repräsentirt die Nadelhölzer.

Die ganze innere Anordnung der Triasgruppe Deutschlands läfst auf ein allmähliges Sinken und Steigen der betreffenden Erdoberfläche schliefsen, so nämlich, dafs dieselbe während der Muschelkalkbildung den tiefsten Stand unter einer sehr ausgedehnten Meeresfläche erreichte. Zu dieser Zeit wurden nur die feinsten und aufgelöstesten, die kalkigen und thonigen Theile in der Mitte des grofsen mitteleuropäischen Meeresbeckens abgelagert, während gegen die Ufer hin, z. B. im heutigen England, die Sandsteinbildung vom bunten Sandstein bis zum Keuper fortdauerte, welche Art der Gesteinbildung jederzeit weniger günstig auf die Entwickelung von Meeresgeschöpfen eingewirkt zu haben scheint als Kalksteinbildung. Bunter Sandstein und Keuper sind offenbar in weniger tiefem und vielleicht auch in weniger ausgedehntem Meere abgelagert worden als der Muschelkalk, den sie zwischen sich einschliefsen.

§. 159. *Juragruppe.* — Ein ruhiges Meer bedeckte einen grofsen Theil des mittleren Europa, aus dem jedoch einzelne Gegenden, z. B. die heutigen Rheinlande, insularisch hervorragten. In dem weiten Meere erfolgten dünn geschichtete kalkige Niederschläge, und an den Rändern, besonders an denen der Inselgebiete, bauten fleifsige Korallen mächtige Riffe auf. So entstanden in Deutschland, Frankreich und England Lyas und Jurakalk, von welchem letzteren der sogenannte Korallenkalk nach L. v. Buch's geistreicher Darstellung einen Theil der Küsten des Jurameers deutlich bezeichnet, über welche hinaus auch die früher abgelagerten Lyasgebilde kaum noch gefunden werden.

Auch in dieser Gruppe sind Dolomite vorhanden, welche nächst denen des Muschelkalkes ganz besonders zu den Betrachtungen über die Dolomitentstehung Veranlassung gegeben haben, und welche der Annahme von Dampfeinströmungen in den noch weichen Niederschlag durchaus nicht widersprechen, besonders da die vielen Fische und schwimmenden Thiere in dem zunächst darüber liegenden Soolenhofener Kalkschiefer ein plötzliches, vielleicht durch solche Dämpfe veranlafstes Sterben andeuten.

Die deutschen und französischen Juragebilde enthalten wesentlich nur Reste von Meeresbewohnern, welche aber gröfsten-

theils von den heute lebenden immer noch sehr abweichen. Es sind Korallen, Radiarien, Mollusken, Crustaceen, Fische und Saurier in Menge. Unter den Radiarien treten hier fast zum ersten Male die Seeigel (Echiniten) auf, welche bis zur Jetztwelt fortdauern. Unter den Mollusken herrschen die Cephalopoden vor; Ammoniten und Belemniten finden sich in grofser Menge und Manchfaltigkeit, beide wunderbare Thierformen mit der Juragruppe beginnend und mit der Kreide schon wieder verlöschend; denn die Jetztwelt hat keine Analoga aufzuweisen, sondern nur entfernt ähnliche, z. B. den seltenen Nautilus, der durch seine emporgestreckten Fangarme zu fabelhaften Sagen Veranlassung gegeben hat, und die Sepien. Zu ganz besonderer Entwickelung gelangte in dieser Periode die grofse Familie der Saurier; sie müssen zu dieser Zeit in der Gegend des jetzigen Europa nach Zahl und Art der Individuen weit verbreiteter gewesen sein, als zu irgend einer anderen Zeit in irgend einer Gegend. Die merkwürdigsten der hierher gehörigen Thiere sind unstreitig die Pterodaktylen, geflügelte Eidechsen, welche lebhaft an die Drachen der Mythe erinnern. Ihre Reste bezeichnen besonders den Soolenhofener Schiefer, der überhaupt mehr geflügelte Thiere enthält als irgend ein älteres Gebilde, aufser den Pterodaktylen nämlich mehre Libellen und Käfer.

Von Säugethieren hat man in der Juragruppe die ersten, aber sehr vereinzelten Spuren gefunden, nämlich Kinnladen und andere Reste von Didelphis.

In England enthalten die unteren Gebilde der Juragruppe auch Landpflanzen, namentlich noch aufrecht stehende Stämme von Zamien, Reste von Pterophyllum und andere Pflanzen, welche denen der deutschen Keuperformation sehr nahe stehen.

§. 160. *Kreidegruppe.* — An die Juragruppe schliefst sich die Kreidegruppe sehr eng an; beide sind örtlich nur durch Spuren einer Land- oder Sumpfvegetation von einander getrennt, welche zu den Waldgebilden, dem englischen Wealden, Veranlassung gegeben hat. In Sachsen, Westphalen und England finden wir die Ueberreste einer solchen Vegetationsepoche; es wird jedoch dadurch nur ein Küstenstrich oder ein Insel-

zug bezeichnet, während anderwärts ununterbrochen meerische Ablagerungen erfolgten. Die Pflanzen dieser Zeit nähern sich immer mehr denen der Jetztwelt; es sind zwar noch viele dem gegenwärtigen Klima ihrer Fundorte ganz fremde Formen darunter, aber die grofse Zahl der Dikotyledonenblätter, welche in diesen Schichten fast zuerst auftreten, unterscheidet die Kreideflora doch schon aufserordentlich von der Steinkohlen-, Trias- und Juraflora. In England sind es vorzüglich Sumpfgewächse, welche die Waldschichten bezeichnen und welche mit zahlreichen Süfswassermuscheln und Sauriern zusammen vorkommen. In Deutschland scheint die eigentliche Landvegetation auch später, nach erfolgter Senkung der jetzigen Kreidegegenden, an den Küsten des Quadersandsteinmeeres noch fortgedauert zu haben; defshalb finden sich einzelne, vom Winde fortgewehte Blätter auch noch im eigentlichen Quadersandstein zwischen den Meeresmuscheln.

In der Kreideperiode kommen mehre Gruppen während der Jurazeit oder schon früher entwickelter organischer Formen zum gänzlichen Erlöschen, so die Belemniten, Ammoniten und Crinoideen. Andere erreichen wenigstens hier das letzte Stadium ihrer Culmination, z. B. die Terebrateln, Echiniten und Saurier. Zu den neu beginnenden, aber auch sogleich wieder erlöschenden Gattungen gehören aufser den Hippuriten als sehr bezeichnend für die Kreide die Baculiten, Hamiten, Scaphiten und Turriliten, wahre Verkrüppelungen der Ammonitenform, welche, wie es scheint, durch ihre Umformung vergeblich versucht hat, sich den neuen Verhältnissen zu acclimatisiren. Uebrigens wimmeln Quadersandstein und Kreide von zweischaligen Meermuscheln, worunter die Gattungen Pecten, Inoceramus, Exogyra, Ostrea und Pinna Hauptrollen spielen, die Kreide selbst besteht fast nur aus mikroskopischen Kalkschalen kleiner Zoophyten. Das Meer scheint tief und sehr bevölkert gewesen zu sein.

§. 161. *Molasse.* — Mit der Kreide schliefst offenbar ein sehr wichtiger Abschnitt der Geologie: die Ablagerungen werden localer, die Eruptionen nähern sich mehr den echt vulkanischen, die Oberflächenformen gestalten sich manchfaltiger,

höhere Gebirge treten hervor, unter den Organismen begegnen wir den ersten noch lebenden Formen, während alle älteren Arten ohne Ausnahme ausgestorben sind, und die bis dahin nur durch unsichere Spuren angedeuteten Säugethiere fangen an, eine Hauptrolle zu spielen. Diesen wichtigen Abschnitt haben auch alle Systematiker gefühlt und deshalb die sogenannten Tertiärformationen von den früheren schärfer gesondert als diese und jene unter sich.

Das unterste Glied der Molassegruppe ist in Deutschland oft ein sehr fester Sandstein mit Pflanzenresten, welcher seine grofse Festigkeit z. Th. einer wahren Silicatbildung zu verdanken scheint. Darüber folgen Braunkohlenlager, wechselnd mit blätterhaltigen Thon-, Schieferthon- und Mergelschichten. Diefs Alles deutet auf eine ausgedehnte Festlandvegetation hin. Mitteleuropa war durch ein von Buchten zerschnittenes Festland vertreten, dessen Oberfläche vielfach von Sumpf und Wald bedeckt wurde. So bereitete sich das Material für die Braunkohlen, welche nur selten einen ähnlichen vielfachen Wechsel von Kohle, Sandstein und Schieferthon darbieten, wie die Steinkohlen, d. h. ihre Entstehung war weniger von Ueberfluthungen, oder Senkungen und Hebungen unterbrochen. Uebrigens entstanden die Braunkohlen, wie die Steinkohlen, theils aus Torf, theils aus bedeckten Wäldern, theils aus zusammengeschwemmten Pflanzentheilen und nicht alle genau in derselben Zeit. Ihre Pflanzen unterscheiden sich jedoch sehr wesentlich von denen der älteren Zeit; sie stehen der jetzigen Schöpfung noch näher als die der Waldformation. Da sind keine baumförmigen Farren, Lycopodien und Schafthalme mehr zu finden, wohl aber eine grofse Menge Reste von dikotyledonen Bäumen, von Coniferen und einzelnen Palmen, welche letztere immer noch ein wärmeres Klima für das damalige Deutschland andeuten, als das jetzige besitzt, wenn auch bei weitem nicht ein so warmes und so gleichmäfsiges als zur Zeit der Steinkohlenbildung. In den Buchten der angrenzenden Meere hatten zu gleicher Zeit, oder etwas später, muschelreiche Ablagerungen begonnen, welche im westlichen Deutschland und in Frankreich den Grobkalk, wie in England den

Londonthon, lieferten und auch über niedersinkende Braunkohlenstriche fortsetzten, während sie stellenweise durch einmündende Flüsse mit Land- und Süfswasserproducten versehen wurden. Es würde gegen den hier vorliegenden Zweck sein, alle die bereits bekannten Localgebilde dieser Zeitepoche einzeln zu verfolgen. Genug das Centrum Europas war während der Molasseperiode ein mit reicher Vegetation bedecktes, vielfach sumpfiges und von grofsen Meeresbuchten durchschnittenes Land, auf welchem mächtige Torflager sich entwickelten. In einzelnen Becken des Landes entstanden gleichzeitig und mehr noch gegen Ende der Periode, wo auch schon einige der neuen Meeresschichten an die Oberfläche gehoben worden waren, Süfswasser-, Kiesel- und Kalksteinbildungen, so wie Infusorienschichten, alle mit vielerlei Süfswassergeschöpfen. Das System der Flüsse und Landgewässer scheint sich überhaupt erst in und nach der Molasseepoche recht entwickelt zu haben.

Auffallend ist es, dafs die Gegenden, wo Malassegebilde herrschen, gewöhnlich durch flache Einsenkungen der Oberfläche bezeichnet sind, was seinen Grund theils in der Weichheit der Gesteinsbildungen, ganz besonders aber in dem Umstand haben wird, dafs diese Ablagerungen meist nicht mehr von späteren Hebungen betroffen worden sind; wo letzteres der Fall war, da fehlt auch die Beckenform, wie am Nordrande der Alpen.

Die Meeres- und Süfswassermuscheln dieser Periode gehören grofsentheils lebenden Gattungen, und einige sogar lebenden Arten an. Die abenteuerlichen Formen der Ammoniten, Belemniten, Hippuriten, Encriniten u. s. w. sind, wie erwähnt, gänzlich verschwunden; dagegen treffen wir unter den Säugethieren auf riesenhafte Gestalten, welche zum Theil von denen der lebenden Schöpfung aufserordentlich abweichen, so namentlich die Dinotherien mit ihren hakenförmig nach unten gebogenen Stofszähnen der unteren Kinnlade und die Missourien. Aufserdem deuten die Knochen anderer grofser Pflanzenfresser aus der Familie der Dickhäuter (Mammuths, Elephanten, Tapire, Rhinocerosse u. s. w., welche in Herden zusammengelebt zu haben scheinen, auf eine besonders üppige

Vegetation hin, wie sie unserem jetzigen Klima nicht entspricht, und diese Herden haben sich bis zur Diluvialperiode hin immer noch vermehrt, bis endlich ein gewaltsames Ereignifs sie plötzlich vernichtet und die Hauptzüge Europas so hinterlassen hat, wie wir sie jetzt erblicken.

§. 162. *Diluvialgebilde.* — Durch die basaltischen Hebungen, durch Landgewässer und atmosphärische Einwirkungen waren grofse Vorräthe lockeren Materials aufgehäuft worden; das Verwitterbare hatte sich in Thon und Lehm verwandelt, das Festere in Kies und Sand. Da senkte sich die Gegend des jetzigen Europa nochmals unter das Meeresniveau, so dafs nur die Gebirge insularisch hervorragten, oder es wurde, wie Andere meinen, das nordische Polar-Meer durch Erhebung seines Bodens weithin über das Land gedrängt, als petridelaunische Fluth. Die Fluthen breiteten die vorgefundenen lockeren Haufwerke über alle ebenen Gegenden aus und füllten selbst die Spalten und Höhlen der ihnen zugänglichen niederen Gebirge damit an. Zugleich fanden dabei viele, zum Theil sehr grofse Säugethiere, welche damals diese Gegenden reichlich bewohnten Mammuths, Tapire, Ochsen, Pferde, Hirsche, Bäre, Dachse, Löwen, Tiger, Hyänen u. s. w., ihr Grab, deren Knochen im Löfs und in dem Schlamm der Höhlen begraben liegen.

Es ist gefragt worden: wie kamen alle die vielerlei Thierknochen in die Knochenhöhlen zusammen, in welchen wir sie jetzt finden? — Sie werden wohl auf verschiedene Art dahin gekommen sein; einige Thiere wohnten und starben darin, wie ihre zugleich daselbst gefundenen Excremente beweisen, andere wurden von Raubthieren hineingeschleppt und darin gefressen, was man an den angenagten Knochen erkennt, der gröfsere Theil aber wurde erst durch die Diluvialfluthen hineingespült, wobei zugleich alle schon darin vorhandenen mit Schlamm überdeckt wurden.

Unerklärt ist bis jetzt die plötzliche Temperaturabnahme, welche mit der Diluvialzeit eingetreten zu sein scheint. Kurz vor ihr lebten im nördlichen Europa noch tropische Pflanzen und Mammuthherden, gleich darauf aber beginnen überall Eis-

spuren, und selbst jene organischen Geschöpfe sind zum Theil in Eisschichten bis jetzt unverwest erhalten worden.

In die Zeit unmittelbar nach Ablagerung der Löſsformation fällt nun jener merkwürdige Transport groſser Felsblöcke (der erratischen Blöcke), welcher schon zu so vielerlei Hypothesen Veranlassung gegeben hat. Für die sogenannten nordischen Geschiebe, welche das nördliche Deutschland in so reichlicher Menge bedecken und deren Abkunft aus Scandinavien unzweifelhaft ist, scheint der Transport auf Eisschollen zur Zeit, als das Diluvialmeer noch Deutschland bedeckte, die natürlichste Erklärung, zumal da man noch gegenwärtig Aehnliches häufig beobachtet. Für die sogenannten Åsar (Schutthügel) Scandinaviens, welche von tiefen Rillen, Riefen und Reibungsflächen an den Felsen begleitet sind, will dagegen diese Erklärungsweise nicht ganz sich den Umständen anpassen, sie mahnen, wie noch kürzlich Scheerer in Poggendorf's Annalen gezeigt hat, mehr an eine petridilaunische Fluth, durch Skandinaviens Erhebung aus dem Meere bedingt.

Die ganze diluvische Wasserbedeckung scheint nicht von langer Dauer gewesen zu sein; wenigstens finden wir in den durch sie veranlaſsten Ablagerungen der Löſsformation kaum Spuren der Entwickelung eines untermeerischen Thierlebens. Die von dieser Formation begrabenen organischen Reste bestehen vielmehr fast nur aus Land- und Süſswassergeschöpfen, während doch die mechanische Einwirkung einer sehr allgemeinen Meeresbedeckung unverkennbar ist.

Nun erst erhob sich durch plutonische oder vulkanische Kräfte Europa in seiner jetzigen Gestalt aus dem Wasser, welches, im Abströmen allgemeinen Richtungslinien der Gebirge, örtlichen Zerspaltungen, oder besonders leicht zerstörbaren Gesteinszügen folgend, die Thäler und Buchten ausfurchte, welche noch jetzt den meisten und gröſsten Gewässern zum Ablaufe dienen, Bächen und Flüssen, die bei ihrer gegenwärtigen Gröſse niemals im Stande gewesen sein würden, so mächtige Wirkungen hervorzubringen. Aber nicht auf ein Mal konnte das ganze Festland abtrocknen; viele abgesonderte Wasserbecken waren mit erhoben worden, die sich nur nach und nach in

Süfswasserseen verwandelten und dann zum Theil durch spätere Durchbrüche allmählig entleerten, der böhmische Kessel z. B. durch das Elbthal, der Rheingau durch den Rheinstrom bei Bingen, zum Theil aber noch jetzt als Landseen mit süfsem Wasser gefüllt sind.

Kleinere Wasserbecken der Art mögen im Laufe sehr vieler Thäler zurückgeblieben sein und erst später sich entleert, oder mit allerhand Bodensätzen gefüllt haben, wodurch denn die Spuren aufserordentlich hoher Wasserstände an den Gehängen mancher Thäler erklärlich werden.

Durch alle diese Vorgänge hatte sich das Festland der alten Welt zum schönen und zweckmäfsigen Wohnplatze des Menschen vorbereitet, der es bald nach der Diluvialzeit betreten zu haben scheint; wenigstens ist, wie erwähnt, noch keine Spur menschlichen Daseins mit diluvischen Producten in der Weise zusammen gefunden worden, dafs man dadurch genöthigt wäre, eine frühere Existenz des Menschengeschlechtes mit Bestimmtheit anzunehmen. Auch würde sein Dasein in jenen früheren Zeiten ein sehr unglückliches, der täglichen Zerstörung durch Naturereignisse und einer beständigen verzweifelten Furcht vor ihnen preisgegebenes gewesen sein.

Mit dem Auftreten des Menschen beginnt die geschichtliche Periode der Geologie, deren vorzüglichste Thatsachen in der äufseren Geognosie dargelegt sind und uns zur Grundlage für die Beurtheilung der vorhistorischen Ereignisse gedient haben.

§. 163. *Rückblick.* — Durch die ganze Erdentwickelungsgeschichte hindurch läfst sich eine stete Abhängigkeit der Oberflächengestaltung, sowie der sedimentären Thätigkeit und ihrer Producte von den Eruptionsepochen und ihren jedesmaligen Producten erkennen. Die Mannichfaltigkeit der Oberflächenformen sowohl, als der Ablagerungen nahm deshalb mit dem Ablauf der geologischen Perioden fortwährend zu, weil auch alle früheren Eruptionen in gewissem Grade auf die späteren Ablagerungen mit influirten. — Folgendes Schema dürfte geeignet sein, den contemporären Verlauf der einzelnen Momente und Fortschrittsreihen der Erdentwickelungsgeschichte übersichtlich darzustellen.

Die Planetensubstanz ist gasförmig.

I^te^ geologische Periode. Ein heiſsflüssiger Erdkern hat sich in der gasförmigen Hülle concentrirt.

II^te^ Periode. Es bildet sich eine feste Erstarrungsrinde als Grenze zwischen der heiſsflüssigen und der gasförmigen Region.

III^te^ Periode. Die Temperatur der Oberfläche der festen Kruste gestattet den Elementen des Wassers, sich zu solchem zu verbinden.

Die anfänglich sehr hohe Temperatur der Planetenmasse nimmt mit der Zeit fortwährend ab.

Die Erstarrungskruste der Planetenmasse wird nach dem Erdmittelpunkte zu immer dicker.

Auf der Erstarrungskruste werden Ablagerungen durch Wasser gebildet, und diese nehmen mit der Zeit (nach oben) an Mannichfaltigkeit zu.

Der flüssige Erdkern wird durch Spalten in der Erstarrungskruste und den Schichtgesteinen an die Oberfläche gepreſst, die so entstehenden Eruptivgesteine nehmen mit der Zeit an Volumen und an Kieselerdegehalt ab.

Die Oberflächengestaltung wird immer mannichfaltiger und insbesondere die Thalbildung immer entwickelter.

Die Atmosphäre wird immer dünner, besonders kohlenstoff- und wasserstoffärmer und dadurch geeigneter für warmblütige Thiere.

Das organische Leben entwickelt sich, die niedersten Formen treten zuerst auf, immer höher organisirte nach und nach hinzu.

Der Einfluſs klimatischer Zonen wird erst spät bemerkbar.

VI^te^ oder historische Periode. Die Erde in ihrem gegenwärtigen Zustande. Es ist keine Abkühlung und wohl deshalb keine eigentliche Entwickelung mehr bemerkbar, sondern es finden nur noch Veränderungen statt. Die ausstrahlende Wärme wird durch die von der Sonne einstrahlende ersetzt. Der Mensch ist aufgetreten.

Etwas specieller läfst sich die Entwickelungsgeschichte der dritten Periode für Mitteleuropa so ausdrücken.

Eruptionen.	Schichtgesteine.	Organismen.
Granite, Grünsteine,	Grauwackenbildung, Gesteine vorherrschend, mechanisch und sehr einförmig.	Zoophyten, Mollusken (besonders Orthoceratiten) Trilobiten und einige Fische (Placoiden).
Porphyre und ihnen zugehörige Erzgänge,	Steinkohlenbildung, Gesteine vorherrschend mechanisch und Land andeutend.	Viele oft baumförmige Kryptogamen, besonders Farren, Lepidodendra, Sigillarien und Calamiten.
	Zechsteinbildung, Gesteine vorherrschend krystallinisch und meerisch.	Viele Fische (besonders Ganoiden), einige Zoophyten und Mollusken, die letzten Orthoceratiten, ein Saurier.
	Triasbildung, Gesteine ganz marin und sehr wechselnd.	Mollusken, Fische und Saurier. Vögelspuren unsicher.
	Jurabildung, Gesteine ganz marin, vorherrschend kalkig.	Zoophyten, Radiarien, Mollusken (besonders Belemniten und Ammoniten), sehr viele Fische und Saurier. Säugethierreste ganz vereinzelt.
Melaphyr?	Kreidebildung, Gesteine meist marin, sandig und kalkig.	Zoophyten, Radiarien, Mollusken (Belemniten und Ammoniten sterben aus), Fische (die ersten Cycloiden und Ctenoiden) und die ersten deutlichen Dikotyledonen.
Basalte, Phonolithe, Trachyte,	Molassebildung, Gesteine, z. Th. sehr mechanisch und sehr örtlich wechselnd.	Zu den vorigen sehr viele Säugethiere und dikotyledone Pflanzen. Einige noch lebende Arten. Zonenunterschiede bemerkbar.
	Diluvialbildung, Gesteine ganz mechanisch.	Viele Landgeschöpfe, besonders Säugethiere durch Wasser abgelagert.

Wir erkennen sonach für diesen Erdtheil zwei Haupteruptionsperioden, diese haben zu ihrer Zeit hier Festland und Inseln bedingt, auf denen eine üppige Vegetation gedieh und das Material zu den Stein- und Braunkohlen lieferte, die von durch Eruption bedingten Conglomeraten und Tuffen begleitet werden. Dazwischen liegen ruhige Meeresbildungen, in denen, wenigstens in Deutschland, der Gehalt an Gyps und Steinsalz mit dem Alter abnimmt.

Die vorstehende Erdentwickelungstheorie geht von einem aus triftigen Gründen erschlossenen Zustande der Heifsflüssigkeit aus und läfst auf diesen angenommenen Zustand dieselben allgemeinen Naturgesetze einwirken, die wir aus ihrer jetzigen Thätigkeit ableiten können. Auf diese Weise reducirt sich der unerforschliche Act der Schöpfung auf die Hervorbringung der Stoffe und der ihnen innewohnenden Kräfte, die nach bestimmten Gesetzen wirken, welche so weise berechnet sind, dafs sie für alle Zeiten hin ausreichen, um den Verlauf des Gröfsten und Kleinsten in der Welt zu ordnen und zu regeln. Da sie nun einmal da sind, so beruht die göttliche Thätigkeit in ihrer ewigen Erhaltung; denn diese ist durch ihr erstes Hervorrufen noch nicht bedingt, und insofern kann vielmehr jeder Zeitmoment mit all seinem Inhalte als ein neues Geschenk des Schöpfers, als ein besonderer Ausflufs seiner Kraft, angesehen werden. Ist es nicht in der That weit würdiger, sich den Schöpfer aller Dinge in solcher Vollendung zu denken, in welcher er nicht mehr nöthig hat, seine Werke durch gewaltsame Eingriffe in den Verlauf ihrer Natur auszubessern und Mangelhaftes zu ergänzen? Mögen Andere an tägliche Wunder, an unmittelbare, von den Naturgesetzen unabhängige Fügungen Gottes glauben, wir concentriren bei der Schöpfungsgeschichte das göttliche Wunder, d. h. das Unbegreifliche derselben auf jenes unerforschliche „Es werde!“

Sachregister.

Abdruck 181.
Abfallende Lagerung 238.
Ablagerung 45.
Abnorme Gesteine 231. 268.
Abrundung durch Gletscher 40.
Absonderung der Gesteine 132. 135.
Abweichende Schieferung 137.
Abweichung der Magnetnadel 53.
Accessorische Gemengtheile 114.
Accumulation 103.
Achatgänge 336.
Adern 145.
Adlersteine 127.
Aeger 203.
Aequinoctialstrom 28. 29.
Aequivalent 239.
Aequivalentformation 239.
Aërolithen 98.
Aeuſsere Geognosie 1.
Affen, fossile 195.
Aggregatzustände 2. 57.
Akotyledonen 187.
Alaunschiefer 160, 259, 260, 263.
Alaunstein 173.
Alberese 249, 250.
Algen 187.
Alluvialgebilde 247.
Alpen 8.
Alpengebirge 6.
Amaltheenthon 255.
Amas 310.
Ammoniten 206. 400.
Amorph 118.
Amphother 103.
Anamesit 295.
Ananchytes 216.
Anden 8.
Andesit 299.
Anhöhe 9.
Anoplotherium 197.
Anordnung der Gesteine 147.
Antarktische Drift-Strömung 29.
Anthrazit 153.
Antimonerzgänge 333.
Aphanit 166, 283.
Apiocrinus 217.
Arca 213.
Arm 319.
Artesische Brunnen 13.
Asar 404.
Ascensionstheorie 339, 343.
Asche 69.
Aschenfall 45.
Asphalt 154.
Asteroiden 216.
Asterophylliten 188.
Astraea 219.
Atlantische Strömung 29.
Atmosphäre 43, 406.
Atmosphärische Niederschläge 31.
Atolls 92.
Atome 99.

Auf dem Kopfe stehen 140.
Aufschüttungskrater 74.
Aufthun 146, 320.
Augitgesteine 169.
Augitporphyr 169, 291.
Ausdünstung des Meeres 31.
Ausgehendes 139, 140, 146.
Ausläufer 145, 308.
Ausnagungen 129.
Ausscheidungen 121.
Ausstreichen 140, 146.
Auswaschungen 129.
Auswaschungsthäler 109.
Auswurf 69.
Auswurfskrater 74.
Auswurfsproducte 103.
Avicula 213.
Bachthal 5.
Bacillaria 221.
Baculiten 207, 400.
Bänke 144.
Bagnethalfluth 23.
Balanus 204.
Ballon 9.
Barrier reefs 91.
Barytische Bleiformation 329.
Basalt 169, 270, 292, 407.
Basaltconglomerat 292, 295.
Basaltgebilde 169, 294.
Basaltische Wacke 292.
Basaltischer Mandelstein 292, 295.
Basaltlava 170, 292.
Basalttuff 249, 292, 295.
Beckenförmige Einlagerung 237.
Belchen 9.
Belemniten 205, 400.
Benennung der Formationen 245.
Berg 5, 9.
Bergbildung 105.
Bergkalk 259.
Bergland 5.
Bergöl-Quellen 16.
Bergschlüpfe 18.
Bestandtheile der Gesteine 116.
Besteg 146.
Beutelthiere, fossile 196.
Biegung der Schichten 143.
Bimsstein 173, 282, 299.
Bimssteinartig 121.
Bitterwasser 15.
Bituminöser Mergelschiefer 158.
Bituminöses Holz 153.
Blasig 121.
Blastoideen 217.
Blaue Bänder 36.
Blei- und silberhaltige Gänge 331.
Blitzröhren 98.
Bohnerz 152.
Bomben 69, 127.
Brachiopoden 214.
Brauneisenstein 152, 257, 261, 263, 264, 265.
Braunkohlen 153, 249, 401.
Braunsteingänge 336.
Breccie 156, 158.
Breccienartig 117, 123.
Brockengestein 315.
Bryozoa 219.
Buccinum 209.
Bunter Sandstein 252, 253, 256.
Calamiten 188, 397.
Calamopora 219.
Calceola 214.
Cambrische Grauwacke 260.
Cardita 212.
Cardium 211.
Carlsbader Quellen 17.
Caryophyllia 218.
Caulopteris 190.
Cellepora 219.
Cement-Quellen 16.
Centralvulkane 77.
Cephalopoden 205, 391, 397, 399.
Ceratites 206, 397.
Ceriopora 220.
Cerithium 209.

Cetaceen, fossile 197.
Charen 187.
Chemisch 99.
Chemische Ablagerung 103.
Chiastolithschiefer 160, 264, 274.
Chirosaurus 199.
Chirotherium 199.
Chloritschiefer 260.
Cidaris 215.
Clipeaster 216.
Cnemidium 221.
Coeloptychium 221.
Columnaria 218.
Concentrisch schalige Absonderung 134.
Congenerationstheorie 339.
Conglomerat 156, 158.
Conglomeratartig 117, 124.
Coniferen 397, 401.
Contactbildungen 103.
Contactgänge 337, 339.
Contactmetamorphose 103.
Continent 4.
Continentalinseln 5.
Coordination der Gesteine 353.
Credneria 193.
Crinoideen 216, 391, 400.
Crocodilus 198.
Crustaceen 202, 397, 399.
Ctenoiden 200.
Cubische Absonderung 132.
Cupressites 192.
Cyathocrinus 217.
Cyathophyllum 218.
Cycadites 191.
Cycloiden 199.
Cyclopteris 189.
Cylindrische Absonderung 133.
Cypris 204.
Cystideen 217.
Dampfexplosionen 69.
Declination 53.
Deltas 25.
Delthyris 215.
Dendriten 128.
Dentalium 210.
Descensionstheorie 339, 342.
Devonische Grauwacke 260.
Diabas 166, 283, 292.
Diabasschiefer 283.
Diceras 214.
Dichroitgneifs 265.
Dichroitgranit 272.
Dicht 118.
Dichtigkeit der Erde 49.
Dickhäuter 402.
Didelphys 196.
Dikotyledonen 193, 400, 401.
Diluvialgebilde 247, 403, 407.
Diorit 166, 283.
Dioritschiefer 283, 284.
Dislocationsthäler 109.
Dodecactina 219.
Dolerit 169, 270, 292, 295.
Doleritischer Sandstein 291.
Doleritlava 170.
Dolomit 148, 149, 260, 263, 264, 265, 303.
Dom 9.
Domit 173, 299.
Drusenräume 316.
Drusig 123.
Dunst 58.
Ebbe 27.
Ebene 5.
Echiniten 215, 399.
Edle Bleiformation 427.
Edle Quarzformation 320.
Egge 6.
Einfache Gesteine 113.
Eis 58.
Eisenglanz 152.
Eisenglanzgänge 335.
Eisenglimmerschiefer 260, 265.
Eisenhut 320.
Eisenkiesel 155.

Eisenkieselgänge 336.
Eisenoolith 254.
Eisenrogenstein 152.
Eisensinter 152.
Eisensteine 151, 251, 257, 259, 263, 264, 265, 305.
Eisensteingänge 335.
Eisgänge 36.
Eisschliff 40, 131.
Eisschollen 32.
Eiswirkungen 32.
Ejectionsproducte 103.
Eklogit 167, 288.
Elastisch-flüssig 57.
Elephas 196.
Ellipsoid 144.
Ellipsoidische Absonderung 133.
Elvans 322.
Encrinus 216.
Endmoränen 33.
Endogene Metamorphose 104.
Entstehung des Granites 163.
Entstehung des Serpentins 168.
Entwickelungstheorie 377.
Eocen 248.
Epoche 241.
Equisetiten 188.
Erbsenstein 148.
Erdbeben 60.
Erdig 118.
Erdkruste, Bau derselben 229.
Erdmagnetismus 52.
Erdorgeln oder Erdpfeifen 129.
Erdwärme 56.
Erhebungskrater 74, 302.
Erhebungssysteme 373.
Erhebungsthäler 109, 110.
Erhebungstheorie 62, 372.
Erkaltung der Erde 386.
Erlan 288.
Erloschene Vulkane 301.
Erosionen 129.
Erosionsthäler 109.
Erratische Blöcke 42, 247, 404.
Erstarrung 102.
Erstarrungsbreccien 137.
Erster Zustand der Erde 383.
Eruption 68.
Eruptionsperioden 356.
Eruptiv 102, 105.
Eruptivgestein 69, 231, 267.
Eryon 203.
Erzanflug 313.
Erzarm 319.
Erze 318.
Erzführende Grünsteine 284, 334.
Erzgänge 145, 232, 307.
Erzmittel 319.
Erznester 319.
Erzstöcke 319.
Eschara 219.
Etage 241.
Euomphalus 208.
Eurit 278.
Everse Metamorphose 103.
Ewiger Schnee 32.
Excremente 403.
Exogyra 400.
Explanaria 218.
Faalbänder oder Fallbänder 322.
Facies 240.
Fährten 183.
Fallen 139, 140, 145.
Falsche Schieferung 138.
Faluns 244.
Farrenkräuter 393, 397.
Fasciculites 192.
Faserig 117.
Feldsteinporphyr 171.
Felsarten 114.
Felsenkalk 253.
Felsitfels 278.
Felsitkugeln 171, 282.
Felsitporphyr 281, 278.
Felsitschiefer 265.
Felsittuff 278.

Fest 57.
Feuerstein 155.
Filiciten 188.
Firn 32.
Fische 199, 396, 397, 399.
Flabellaria 192.
Flach 140.
Flache Gänge 146.
Flachfallende Gänge 145.
Flachland 6.
Flammendolomit 256.
Flaserig 119.
Fleckig 121.
Fleckschiefer 160, 261, 264, 274.
Fledermäuse, fossile 195.
Flötzformationen 231.
Flötzgebirge 230.
Flüsse 18.
Flufsthal 5.
Fluth 27.
Fluthhügel 27.
Formation 238, 239.
Formationsglied 238.
Fossile Organismen 181.
Fringing reefs 91.
Frondiculina 220.
Fruchtschiefer 160.
Fucoides 187.
Fucus 209.
Fucusbänke 87.
Gabbro 166, 283.
Gabbroit 166, 283.
Gänge 307.
Galerites 216.
Gallionella 221.
Gandecken 33.
Gang 145.
Gangarten 318.
Gangformationen 324.
Ganggesteine 231, 307, 354.
Ganggranit 273.
Gangkreuz 309.
Ganglehre 307.
Gangspalten 309.
Gangtexturen 314.
Gangtheorieen 338.
Gangzug 146, 310.
Ganoiden 200.
Gasexplosionen 69.
Gasförmig 57.
Gastropoda 207.
Gastrozoa 205.
Gebiet 144.
Gebirge 5, 6, 241.
Gebirgsabfall 7.
Gebirgsarten 114.
Gebirgsfufs 7.
Gebirgsgipfel 7.
Gebirgsgranit 273.
Gebirgsjöcher 7.
Gebirgskamm 6, 7.
Gefärbtes Nebengestein 318.
Gefüge der Gesteine 117.
Gefurchte Oberflächen 130.
Geiser 14, 16.
Gemischte Ablagerung 103.
Geologie 357, 383.
Geologische Perioden 406.
Geognosie 362, 365.
Gervillia 213.
Geschichte der Geologie 357.
Geschiebe 131.
Gestalt der Welttheile 4.
Gestalten der Gesteinskörper 144.
Gesteine 113.
Gesteinsbildung 84, 102.
Gesteinsentstehung 175, 176.
Gesteinsgänge 145, 307.
Gesteinslehre 113.
Gesteinsverbindungsformeln 232, 270.
Gipfel 7.
Glariser Schiefer 250.
Glasartig 118.
Gleichförmige Lagerung 236.

Gleichzeitigkeitsbestimmung 233, 235.
Gleitungstheorie 36, 39.
Gletscher 32.
Gletscherfurchen 40.
Gletscherkritzen 40.
Gletscherschliff 131.
Gliederthiere 201.
Glimmerporphyr 171, 172, 270, 289.
Glimmerschiefer 161, 260, 261, 264.
Glossopteris 189.
Gneifs 101, 260, 261, 264, 265, 272.
Goldgänge 332.
Golfstrom 28.
Goniatites 206.
Gorgonia 219.
Gräthe 6.
Granatfels 288.
Granitgesteine 162, 270, 271, 272, 389, 404.
Granulit 165, 277.
Graphit 154.
Graphitschiefer 260, 264, 265.
Graptolithus 207.
Grauwackenbildung 391, 407.
Grauwackengruppe 259.
Grauwackenschiefer 160, 259.
Greisen 162, 272.
Grobkalkformation 242.
Grünsand 250.
Grünstein 165, 263, 270, 283, 407.
Grünsteinbreccie 166, 283.
Grünsteinmandelstein 165.
Grünsteinporphyr 165.
Grünsteinschiefer 165, 166, 263.
Grünsteintuff 166, 283.
Grund 5.
Gruppe 238, 241.
Guanolager 98.
Gyps 148, 150, 255, 257, 303, 305.
Gypsschlotten 130.
Haarspaltentheorie 37.
Halysites 219.
Hamiten 207, 400.
Hangendes 146.
Harnische 130, 311.
Hauptkamm 7.
Hauptmuschelkalk 256.
Hauptthäler 7.
Hebung 106.
Hebungsfelder 375.
Heifsflüssiger Zustand 384.
Helix 207.
Heterogene Ablagerung 103.
Heterogene Gesteinsbildungen 355.
Himalaya 8.
Hippuriten 214, 400.
Hochgebirge 6.
Hochgebirgsseen 7.
Hochland 5, 6.
Hochplateaus 7.
Höhlen 130.
Hörner 9.
Hornblendefels 165, 264, 283.
Hornblendeporphyr 292.
Hornblendeschiefer 165, 260, 263, 264, 265.
Hornfels 160, 264, 274, 287.
Hornitos 74.
Hornstein 155.
Hornsteingänge 336.
Hornsteinporphyr 171, 281.
Hügel 5.
Hügelkette 5.
Hügelland 5.
Hydrographie 10.
Hypogen 376.
Hypothesen 361, 377.
Ichthyosaurus 198.
Imatrasteine 127.
Imprägnation des Nebengesteines 318.
Impressakalk 254.
Inclination 55.
Incrustation 103.
Incrustirende Quellen 16.

Incrustirungen 359.
Infiltration 103, 343, 346.
Infusorien 88, 221.
Injection 343, 344.
Injectiv 102, 105.
Innere Temperatur der Erde 56.
Inoceramus 213, 400.
Insecten, fossile 201.
Insel 4.
Intensität des Magnetismus 54.
Intermittirende Quellen 14.
Inverse Metamorphose 103.
Isocardia 212.
Isodynamische Linien 54.
Isognomische Linien 53.
Isothermen 56.
Itakolumit 260.
Juniperites 192.
Jurabildung 407.
Juraformation 251.
Juragruppe 251, 253, 398.
Jurensismergel 255.
Käfer 399.
Kalkglimmerschiefer 260, 265.
Kalksinter 148.
Kalkstein 148, 259.
Kalktuff 148.
Karren 129.
Kaukasus 8.
Kegel 9.
Kettengebirge 6.
Keuper 252, 255.
Keupergyps 255.
Keuperkohlen 255.
Kies 156.
Kieselgesteine 154.
Kieselguhr 155.
Kieselkalkstein 242.
Kieselschiefer 260, 263.
Kiesige Bleiformation 327.
Klüfte 309, 311.
Knochenhöhlen 403.
Knollen 125.
Knollige Absonderung 133.
Knorria 191.
Knotenschiefer 261, 264.
Knotig 121.
Kobaltgänge 333.
Kobaltrücken 333.
Körnig 117.
Körniger Kalkstein 260, 263, 264, 265, 303.
Kogel 9.
Kohlen 152, 249, 255, 257.
Kohlengruppe 258, 393.
Kohlenkalkstein 259.
Kohlenschiefer 160.
Kokardenerz 316.
Kopf 9.
Korallen 218, 391, 397, 399.
Korallenbänke 91.
Koralleninseln 90.
Korallenriffe 90.
Kothanhäufungen 98.
Krebse 202.
Krebsscheerenkalkplatten 253.
Kreide 149, 250.
Kreidebildung 407.
Kreidegruppe 249, 399.
Kreiselsteine 126.
Kreuz 309.
Kreuzen der Gänge 309.
Kreuzlinie 312.
Krystallinische Massengesteine 267.
Krystallinische Niederschläge 359.
Krystallinischer Sandstein 157.
Krystallinische Schiefergesteine 161, 260, 354, 378.
Krystallinisch gemengte Gesteine 113.
Krystallschlotten 130.
Kugelförmige Absonderung 133.
Kugelform 125, 126.
Kugelporphyr 278.
Kugelwülste 127.
Kupfererzgänge 333.

Kupferformation 330.
Kupfersandstein 257.
Kupferschiefer 158, 257, 396.
Kuppe 9.
Längenthal 7, 111.
Lagenförmig 137.
Lagentextur 124, 314.
Lager 144.
Lagerförmige oder
Lagergänge 145, 308, 337.
Lagerung 236.
Lagerungsformeln 234.
Lagoon islands 92.
Land 3, 6.
Landformation 239.
Landpflanzen
Landthiere
Landtorf 85.
Langsame Hebungen 66.
Langsame Senkungen 68.
Lapilli 69.
Lateralsecretionstheorie 339, 340.
Lavastrom 69.
Laven 300.
Lebensbedingungen 82.
Leitmuscheln 228.
Lepidodendron 190.
Lepidotus 200.
Leptolepis 200.
Letten 319.
Lettengänge 319.
Lettenkohle 256.
Lettenklüfte 319.
Leuciscus 199.
Leuzitgesteine 171.
Liasformation 251.
Libellen 399.
Liegender Stock 144.
Liegendes 146.
Lima 213.
Limneus 207.
Limulus 203.
Linearparallelismus 120.
Lingula 214.
Löfs 247, 403.
Löfsformation 247.
Lose Gesteine 114, 156, 158.
Luft 43.
Luftförmig 57.
Luftsättel 237.
Luftströmungen 44.
Luftvulkane 74.
Luftwirkungen 44.
Lurche, fossile 199.
Lycopodien 393.
Maare 81.
Macigno 249, 250.
Madreporen 219.
Mächtigkeit 139, 145.
Magnesian limestone 257.
Magneteisenerz 152.
Magneteisenstein 261, 264, 284, 335.
Magnetische Pole 53.
Magnetischer Aequator 54.
Magnetischer Meridian 54.
Magnetismus der Erde 52.
Mammuth 196, 402, 403.
Mandeln 121.
Mandelstein 283, 289, 291, 292.
Mandelsteinartig 121.
Manganerzgänge 336.
Manon 221.
Mantelförmige Umlagerung 237.
Massengebirge 6.
Massengesteine 230, 267, 354, 387, 406.
Massentextur 125.
Massige Textur 314.
Massiv 150.
Mastodon 196.
Mechanisch 99.
Mechanische Niederschläge 359.
Mechanisch gemengte Gesteine 113.
Medullosa 191.
Meer 25.
Meeresformation 239.

Meeresgrund 6.
Meeressand u. Meeressandstein 244.
Meeresströmungen 28.
Megalosaurus 198.
Megatherium 196.
Melania 208.
Melaphyr 169, 289, 291, 407.
Menilit 155.
Menschen 195, 392, 405.
Mergel 158.
Metallführender Kalkstein 259.
Metamorphisch 102, 105, 376.
Metamorphose 104, 378, 381.
Metamorphose der Schiefergesteine 161, 378, 381.
Meteore 98.
Meteorsteine 98, 102.
Miascit 272.
Mineralgänge 145, 231, 307.
Mineralquellen 12, 15.
Miocen 248.
Missourium 196.
Mittelmoränen 33.
Mittlere Temperatur 55.
Moja 103.
Molasse 400.
Molassebildung 407.
Molassegruppe 244, 248, 400.
Mollusken 205, 397, 399.
Monokotyledonen 191.
Monosomatia 220.
Monostegia 221.
Moortorf 85.
Moränen 33.
Morasttorf 85.
Morgengänge 136.
Mozambique-Strömung 29.
Mühlstein 243, 244.
Mulden 237.
Muldenförmige Einlagerung 237.
Muschelkalk 252, 256.
Muscheln 210.
Mystriosaurus 198.
Nadeln 9.
Naegel 128.
Nagelkalk 128.
Naphtha-Quellen 16.
Natur-Epochen 362.
Naturspiele 358.
Nautilus 206.
Navicula 221.
Nebengestein 145.
Neocomien 251.
Nephelindolerit 292.
Neptunisch 376.
Neptunische Entwickelung 365.
Neptunisten 357, 366.
Nerinea 208.
Neuropteris 189.
New-red-Sandstone 252, 257, 258.
Niagarafall 21.
Niederung 6.
Nieren 125.
Niveauveränderungen 64.
Norit 167.
Normale Gesteine 230.
Notosaurus 108.
Nucleolites 216.
Nucula 213.
Numismalismergel 255.
Nummulites 220.
Oberflächengestaltung 105.
Obsidian 171.
Obsidianporphyr 171.
Ocean 25.
Octactinia 218, 219.
Old-red-Sandstone 260.
Onciferae 210.
Oolithgruppe 252.
Oolithisch 117.
Opalartig 118.
Opalinusthon 254.
Organisch 104.
Organisches Leben 82.
Organismen 389, 406.
Orkan 44.

Ornatenthon 254.
Orthoceren 205, 391.
Oscillirende Quellen 14.
Ostrea 214, 400.
Oxydationstheorie 372.
Palaeaden 203.
Palaeoniscus 200.
Palaeontologie 181.
Palaeotherium 197.
Palmen 401.
Paludina 208.
Pampa 6.
Panopaea 210.
Parallele Fältelung 120.
Parallelepipedische Absonderung 132.
Parallelformation 240.
Parallelgebilde 240.
Parallelisirung 235, 240.
Pariser Becken 242.
Pafs 5, 7.
Patella 210.
Pechmatit 272.
Pechstein 171, 278, 281.
Pechsteinporphyr 171, 278, 281.
Pecopteris 189.
Pecten 213, 400.
Pectunculus 213.
Pelagische Inseln 5.
Pentacrinus 217.
Peridinium 221.
Perioden 241, 406.
Perlstein 171, 282.
Permisches System 252, 257.
Peruanische Strömung 29.
Petrefacten 181.
Petrefactologie 181.
Petridelaunische Fluth 493.
Pfeilerförmige Absonderung 132.
Pflanzen, fossile, 187.
Pholadomya 210.
Phonolith 171, 174, 298, 407.
Physikalische Geographie 1.
Phytocorallia 218.
Pinites 193.
Pinna 213, 400.
Pisolithenkalk 242.
Placoiden 201.
Pläner 250.
Planorbis 207.
Plastischer Thon 242.
Plate 322.
Plattenförmige Absonderung 132.
Pleiostegia 220.
Plesiosaurus 198.
Pleurotomaria 208.
Pliocen 248.
Plutonisch 105, 367, 376.
Plutonische Gesteine 267, 231.
Plutonische Thätigkeit 80.
Plutonisten 367.
Polareis 32.
Polirschiefer 155.
Polyactinia 218.
Polygastrica 221.
Polykotyledonen 192.
Polyparia 218.
Polysomatia 220.
Polythalamia 220.
Porphyrartig 120.
Porphyrbreccie 278.
Porphyrconglomerat 278.
Porphyre 271, 407.
Porphyrkugeln 282.
Porphyrtuff 173.
Porzellanerde 159.
Posidonienschiefer 255.
Posidonomya 213.
Primitive Erstarrung 102.
Primitivgesteine 230, 387.
Productus 215.
Protogin 164, 272.
Protorosaurus 198.
Psaronius 190.
Pterodactylus 198, 399.
Pterophyllum 191.

Pyromerid 171, 278.
Quaderförmige Absonderung 132.
Quadersandstein 250.
Quarzbrockenfelsgänge 336.
Quarzfels 155.
Quarzfreie Massengesteine 283.
Quarzführende Massengesteine 271.
Quarzgänge 336.
Quarzporphyr 171, 172, 270, 278.
Quarzschiefer 260, 262, 264, 265.
Quarzwülste 262, 264, 265.
Quellen 11, 12.
Querklüfte 313.
Querthäler 7.
Radiarier 399.
Radiaten 215.
Ramification 145.
Raseneisenstein 152.
Reibungsbreccien 103, 123, 157, 270.
Reibungsconglomerate 103, 157.
Reibungsflächen 130, 311.
Reihenvulkane 77.
Relatives Alter der Gänge 350.
Rennels-Strömung 29.
Rennsteig 8.
Reptilien, fossile, 197.
Rhinoceros 402.
Retepora 219.
Rhodocrinus 216.
Riesentöpfe 43, 129.
Rindenbildung 385.
Ringerz 316.
Ringinseln 92, 94.
Rostellaria 209.
Rotationssphäroid 2, 383, 385.
Rotheisenstein 152.
Rotheisensteingänge 335.
Rothliegendes 258, 394.
Rudistae 214.
Rücken 6, 9.
Rückengebirge 6.
Rutschflächen 130, 311.
Sättel 237.
Säuerling 15.
Säugethiere 195, 401, 403.
Säulenförmige Absonderung 132.
Saiger 140.
Salband 146.
Salpeterquellen 16.
Salzgebirge 256.
Salzquellen 12, 15.
Sandstein 156, 157.
Sandsteinartig 117, 124.
Saurier 198, 397, 399, 400.
Savanne 6.
Scaphiten 400.
Schaaren der Gänge 309.
Schaarkreuz 309.
Schafthalme 393, 397.
Schalstein 160, 261, 264.
Scheinbar gleichartig 118.
Schichtgesteine 229, 231, 355, 389, 406.
Schichtung 46, 137.
Schiefergesteine 230, 260, 266, 354, 377.
Schieferig 119.
Schiefertextur 137.
Schieferthon 160.
Schildkröten, fossile, 197.
Schlackig 121.
Schlammgehalt der Flüsse 24.
Schlammvulkane 74.
Schlangen, fossile, 199.
Schleppen der Gänge 309.
Schliffflächen 130.
Schlucht 5.
Schnecken, fossile, 207.
Schneegränze 55.
Schneelinie 55.
Schutt 156.
Schutthügel 404.
Schwarzer Porphyr 291.
Schwarzkohlen 153.
Schwebende Gänge 145.
Schwefelwasser 16.

Schwere 45.
Schwielen 127.
Schwimmtorf 86.
Scleropodia 219.
Scyphia 221.
Secundärgebirge 246.
Sediment 46.
Sedimentär 105.
Seesterne 216.
Seitenjöcher 7.
Seitenmoränen 33.
Seitenthäler 7.
Senkungsfelder 375.
Senkungsthäler 109.
Septarien 127.
Serapis-Tempel 64.
Serpentin 167, 288.
Serpula 204.
Sigillarien 190, 393.
Silurische Grauwacke 260.
Siphonia 221.
Söhlig 140.
Solfataren 68.
Soolen 15.
Spaatgänge 146.
Späthig 117.
Spaltengänge 357.
Spaltenthäler 109.
Spatangus 216.
Spatheisenstein 151, 257, 303, 305.
Sphaenophyllum 190.
Sphärentextur 124, 125, 315.
Sphärosiderit 151.
Sphenopteris 189.
Spiegel 130.
Spiegelflächen 311.
Spinnen, fossile, 202.
Spirolina 220.
Spitzen 9.
Spondylus 214.
Spongia 321.
Spongitenlager 254.
Sprung 312.
Stängliche Absonderung 133.
Stalagmiten 128.
Stalaktiten 128.
Stehende Gänge 146.
Stehender Stock 145.
Steinkern 181, 183.
Steinkohlenbildung 88, 407.
Steinkohlenformation 258.
Steinkohlenlager 258.
Steinsalz 148, 151, 252, 256, 257, 357.
Steinsalzbildung 396.
Stellvertretende Gemengtheile 115.
Steppe 6.
Sternschnuppen 99.
Stetigkeitstheorie 377.
Stiftförmige Absonderung 133.
Stigmaria 190.
Stock 145.
Stockförmig 145.
Stockscheider 275.
Streichen 139, 140, 145.
Strömungstheorie der Gletscher 38.
Strom 18.
Stromgebiet 18.
Stromschnellen 21.
Stromthal 6, 18.
Sturm 44.
Styloliten 128.
Sublimation 102, 343, 350.
Sublimativ 102.
Sublimirt 102.
Süfswasserformation 339, 244.
Sumpfgewächse 400.
Surfusion 59.
Syenit 164, 271.
Syenitgneifs 271.
Syenitporphyr 171, 272, 278, 281.
Symmetrie der Ganglagen 314.
System 241.
Tafelförmige Absonderung 132.
Talkkalkschiefer 265.
Talkschiefer 260, 265.

Taub 319.
Taxites 193.
Taxodium 192.
Temperaturabnahme 406.
Temperatur der Erde 55.
Terebratula 214, 400.
Terrain 241.
Tertiärgebirge 246.
Tesselaten 217.
Textur der Gesteine 117.
Thal 5.
Thalbildung 109.
Thallopodia 219.
Theorie der Absonderung 135.
Theorie der Vulkane 78.
Thiere, fossile, 195.
Thierfährten 183.
Thoneisenstein 152.
Thongesteine 159.
Thonige Schiefergesteine 160.
Thonschiefer 160, 161, 259, 260, 261, 262.
Thonstein 278.
Thonsteinporphyr 171, 281.
Tiefland 6.
Toadstone 322.
Tonnlägige Gänge 145.
Topasfels 272.
Torf 152.
Torflager 84.
Trachyt 171, 299, 407.
Trachytconglomerat 174, 299.
Trachytlava 299.
Trachytporphyr 299.
Trachyttuff 174, 299.
Tragos 221.
Trafs 174.
Traubige Massen 126.
Travertin 148.
Treibholz 88.
Trias 395.
Triasbildung 407.
Triasgruppe 252, 255.
Trigonia 212.
Trilobiten 203, 392.
Trochus 208.
Trockene Hebungen 82.
Tropfbar flüssig 57.
Trümmer 145.
Trümmergestein 315.
Trümmerstock 146, 310.
Tuff 170.
Turmalinfels 272.
Turmalinschiefer 260, 264.
Turnerithon 255.
Tuten 128.
Uebergang der Gesteine 115.
Uebergangsgebirge 246.
Uebergreifende Lagerung 237.
Ueberlagerung 238.
Ueberschmelzung 59.
Ulodendron 190.
Undeutlich gemengt 118.
Ungleichförmige Lagerung 237.
Unio 212.
Untergeordnete Einlagerungen 262.
Unterlagerung 238.
Untermeerische Wälder 87.
Urgebirge 230, 387.
Urgesteine 387.
Ursus 196.
Valorsinschiefer 338.
Venus 211.
Verdrücktes Nebengestein 319.
Verkieseltes Nebengestein 319.
Versteinerte Organismen 181.
Versteinerungen 181, 358, 360, 370.
Versteinerungslehre 181.
Vertheilung der Versteinerungen 222.
Verwerfung 48, 310.
Vögel 197, 397.
Vogelfährten 197.
Vogesensandstein 253.
Voltzia 193.
Vorhistorische Gletscher 40.

Vulkane 300.
Vulkangürtel 78.
Vulkanisch 105, 376.
Vulkanische Dämpfe 68.
Vulkanische Eruption 68.
Vulkanische Thätigkeit 60, 80.
Vulkanisten 257, 366.
Vulkanität 100.
Wacke 170, 283, 289, 291, 292.
Waldformation 251.
Wasser 3, 58.
Wasserfälle 21.
Wasserpflanzen 82.
Wasserscheide 18.
Wasserthiere 82.
Wasservulkane 74.
Wasserwirkung 100.
Wealden 251.
Wechselstunden 146.
Weifsstein 277.
Wellenkalk 256.
Wesentliche Gemengtheile 114.
Wetzschiefer 160.
Winde 44.
Wirbelthiere 195.
Wirbelwind 44.
Wülste 127.
Würmer 204.
Wüste 6.
Wulstig 121.
Wunder 408.
Xanthidium 221.
Zähne 9.
Zamites 191.
Zechstein 395.
Zechsteinbildung 407.
Zechsteinformation 257.
Zeichnenschiefer 160.
Zerklüftung 132.
Zerschlagen 146.
Zertrümmern 146.
Zertrümmertes Nebengestein 319.
Zinnerz 274.
Zinnerzgänge 333, 341.
Zirkonsyenit 218.
Zoocorallia 218.
Zufällige Gemengtheile 114.
Zufallende Lagerung 238.
Zusammendrücken 146, 320.
Zu Tage ausgehen 140.

Namenregister.

Abich 300.
Adhemas 377.
Agassiz 34, 36, 37, 215, 377.
Agricola 359.
Aristoteles 358.
Arduino 363.
Baily 52.
Beaumont, Elie de, 303, 322, 364, 369, 372.
Beche, de la, 86, 87, 323.
Berghaus 1.
Bergmann 363.
Bertrand 377.
Berzelius 164.
v. Beust 173, 281, 324, 325, 338, 342, 351.
Bischoff 136, 164, 170, 347, 348, 372, 377, 386.

v. Born 363.
Boucheporn, de 374, 377.
Breislack 371.
Breithaupt 168, 268.
Brongniart 85, 152.
Bronn 1, 119, 186.
v. Bruchhausen 377.
Brunner 38.
Buache 9.
v. Buch 30, 66, 67, 74, 76, 169, 206, 214, 227, 251, 291, 300, 303, 364, 368, 369, 370, 372, 398.
Buckland 223, 354, 375.
Buffon 361, 362.
Burnet 361.
Carus 377.
Cavendish 52.
Celsius 66.
v. Chamisso 90, 97.
v. Charpentier 36, 37, 363.
Churchill 377.
Colonna 360.
Conybeare 51.
Cordier 57, 371.
Corelli 65.
Credner 289.
Dalton 11.
Darwin 30, 61, 68, 78, 90, 96, 97, 300.
Daubrée 41, 334.
Davy 372.
v. Dechen 279, 335, 351.
Descartes 361.
Desmares 363.
Dolomieu 363.
Doubrée 342.
Dufrenoy 303, 322.
Durocher 389.
Ehrenberg 88, 90, 149, 152, 174, 250.
Fallou 168, 278.
Faujas de St. Fond 363.
Ferber 363.
Forbes 38.
Forchhammer 45.
Forster 4.
Fourié 386.
Fournet 59, 151, 164, 320, 326, 346, 347, 351, 389.
Fox 57.
Freiesleben 323, 325, 359, 368.
Fuchs 164, 291, 377.
Füchsel 363.
Gaimard 90.
Gattener 9.
Geinitz 186, 195.
Goldfufs 215.
Graham 63.
Grefsly 152, 240.
Gruithuisen 377.
Guettard 363.
v. Gutbier 290.
Hall 143, 149.
Hallström 67.
Hamilton 45, 363.
Harstöker 24.
Heidinger 104, 159.
Heraklid 358.
v. Herder 325, 331, 339.
Herodot 358.
Hoffmann 1, 15, 16, 49, 70, 72, 110, 303.
Hooke 360.
Hopkins 39, 377.
v. Humboldt 8, 9, 10, 16, 55, 56, 57, 73, 78, 185, 227, 368, 370.
Hutton 52, 366.
Jameson 370.
Keferstein 86, 340, 377, 382.
Keilhau 382.
Klee 377.
Kohl 51, 111.
Kühn 323, 370.
Kütznig 89.
La Place 383.

Lasius 363.
Lehmann 339, 359, 361, 363.
Leibnitz 361.
v. Leonhard 2, 84, 130, 147, 273, 294, 298, 304, 369, 370.
Lichtenberg 361.
Lister 360.
Lloyd 185.
Luc, de, 363.
Lyell 1, 2, 30, 63, 66, 67, 81, 223, 248, 376, 377, 379.
Maskelyne 52.
Merian 37.
Meyen 30, 63.
Michel 363.
Moro 361.
Moses 358, 392.
Müller 168, 289.
Murchison 110, 138.
Naumann 220, 370.
Newton 27, 51.
Nowack 377.
Orbigny 185.
Packe 360.
Palissy 359.
Pallas 363.
Petzholdt 38, 377.
Playfair 52, 66, 67, 367.
Pilla 249.
Pöppig 30, 185.
Prévost 241.
Procopius 45.
Quenstedt 253.
Quoy 90.
Reich 52, 57.
Rennell 24.
Reufs 368.
Rose 165.
Roth 125.
Saussure 36, 39, 363, 364.
Scherer 167.
Scheuchzer 361.
Schleiden 323.
Schmidt 310, 359.
Schüler 62.
Smith 371.
Steffens 4.
Stenon 359, 360, 361.
Strabo 358.
Struve 16.
Thales 358.
v. Trebra 363.
Tylas 363.
Unger 186, 187.
Villiers, Brochant de, 370.
Voigt 366.
Voisin, d'Aubuisson de, 370.
Voltz 322.
v. Warnsdorff 273.
Webster 354.
v. Weifsenbach 124, 314, 325, 331.
Werner 324, 325, 338, 342, 343, 359, 363, 364, 365, 366, 367, 370.
Whiston 361.
Whitehurst 363.
Woodwand 363.
Xenophanes v. Kolophon 357.
Zenon 358.
Zinken 274.

Ortsregister.

Es sind jedoch hier nur die Orte angeführt, über welche im Text etwas Specielles zu finden ist.

Aargletscher 34.
Aarthal 40.
Adelsberger Höhle 22.
Aegypten 358.
Algier 352.
Alpen 8, 364, 373.
Altai 332.
Alten 333.
Altenberg 334.
Altsattel 160.
Anden 8.
Andreasberg 322, 331, 335.
Annaberg 333.
Apenninen 373.
Arnstadt 305.
Arzberg 336.
Ascherhübel 296.
Atlantischer Ocean 28.
Auerbach 304.
Aufsig 297.
Bärenburg 335.
Bagnethal 23.
Baygorri 333.
Berezoff 332.
Berggieshübel 335.
Bergzabern 352.
Berneck 286.
Bieber 333.
Bischoffswerda 287.
Bolabola 93.
Bräunsdorf 323, 328.
Brasilien 332.
Brezzibram 331.
Brilon 331, 335, 338.
Bruchsal 352.
Buenos-Ayres 332.
Caafjord 333.
Calabrien 332.
Carlsbad 17, 346.
Carlsfeld 335.
Catorce 332.
Charolais 352, 253.
Chessy 333.
Chile 62, 252.
Clausthal 331.
Cornwall 274, 323, 333, 334, 350.
Crottendorf 305.
Cumberland 322.
Derbyshire 322, 332.
Deutschland 359.
Devonshire 49.
Dillenburg 336.
Ehrenfriedersdorf 335.
Eifel 301.
Elbingerode 335, 336, 337.
Elgersburg 336.
Engelsburg 335.
England 11, 332, 359, 367.
Erzgebirge 7, 10, 19, 333, 334, 335, 373, 374.
Falkenau 263.
Falkenstein 264.
Fassathal 291.
Ferdinandea 69.
Finneberg 333.
Finnmarken 333.
Frankreich 332, 359.
Freiberg 281, 323, 324, 325, 326, 330, 331, 333, 353, 364, 370.
Friedrichsroda 335.
Fürstenberg 322.
Gardette 332.

Geier 274, 334.
Gelber Fluſs 24.
Giromagny 332.
Glücksbrunn 323, 333.
Goldau 48.
Goldkronach 333.
Goſslar 331.
Greifenstein 274.
Griechenland 358.
Groſser Ocean 29.
Halsbrücke 337.
Hanau 333.
Hartenstein 284.
Harz 19, 274, 286, 335.
Harzgerode 331, 333.
Heidelberg 273.
Himelaya 8.
Holzappel 331.
Hundsrück 373.
Ilefeld 336.
Ilmenau 336.
Ilmthal 109.
Indisches Meer 29.
Island 14.
Italien 359.
Joachimsthal 331.
Jöhstadt 335.
Johanngeorgenstadt 333.
Jorullo 73.
Jura 373.
Kammerbühl 302.
Kamsdorf 333.
Kapnick 332.
Karstgebirge 22.
Katterfeld 333.
Kaukasus 8.
Kenbaanhead 303.
Kissingen 14.
Kolyvan 332.
Kongsberg 322, 332.
Kremnitz 332.
Lahngegend 331.
Lehrbach 335.
Libethen 333.
Lissabon 62.
Mahlos 95.
Mandrazzo 332.
Marienberg 333.
Mexiko 323, 332.
Mikuipampa 332.
Milhau 352.
Miltitz 304.
Minas-Geraes 332.
Mittelländisches Meer 26.
Mobendorf 333.
Molbosc 333.
Monte Viso 373.
Mosenberg 301.
Niagarafall 21.
Nijni-Tagilsk 333.
Norwegen 332.
Novara 332.
Oberlausitz 336.
Oberwiesenthal 305.
Orinoco 19.
Orpus 265, 335.
Pariser Becken 241.
Patagonien 43.
Penig 277.
Peru 332.
Pflasterkaute 295.
Pillack 322.
Piniai 334.
Plauenscher Grund 291.
Pont Gibeaut 332.
Potosi 332.
Puzzuoli 64.
Pyrenäen 8, 336, 373.
Pyrmont 110.
Quanaxuato 332.
Rathlin 305.
Redruth 333.
Redwitz 271, 273.
Reichenberg 334.
Reichstädt 335.
Rhein-Breitenbach 333.

Rheinisches System 373.
Riegelsdorf 333.
Rosali 332.
Roſswein 277.
Rother Berg 335, 338.
Ruhrthal 336.
Saarbrück 373.
Saint Austle 334.
Scheibenberg 336.
Schemnitz 332.
Schlaggenwalde 331.
Schlettenbach 352.
Schlottwitz 337.
Schmiedefeld 335.
Schneeberg 333.
Schwarzenberg 265, 304, 334, 335, 336, 344.
Schwarzer Krux 335.
Schwarzwald 373.
Schweiz 43.
Serapistempel 64.
Servance 335.
Sicilien 332.
Siegen 333, 336, 353.
Skandinavien 66.
Sombrerete 332.
Soulobre 352.
Steinheim 337.
Talberg 335.
Tharander Wald 280.
Thüringer Wald 7, 10, 19, 138, 272, 290, 292, 333, 336, 374.
Tilkerode 335.
Toskana 335.
Tunaberg 335.
Turbaco 76.
Ungarn 333.
Ural 332, 333.
Veta grande 332.
Veta nigra 332.
Vialas 333.
Viel-Salm 333.
Villeder 334.
Villeford 332.
Villefranche 332, 353.
Vogesen 336, 373.
Walachei 61.
Wannowa 297.
Wenzelgang 322.
Weregotsch 297.
Wesenstein 264.
Whitsunday Island 94.
Wildenthal 335.
Wolfsberg 333.
Würtemberg 253.
Zacatecas 332.
Zell in Tyrol 332.
Zelle bei Mehlis 290.
Zelle bei Nossen 264.
Zinnwald 334.
Zorge 335.
Zwickau 290.
Zyrianofsk 332.

Berichtigungen.

Seite.	Zeile.	
6	11 v. u.	l. Gräthe st. Grathe.
8	10 - -	l. der Alpen st. der Anden.
9	7 v. o.	l. Ballon st. Ballen.
35	22 - -	l. oder st. und.
68	10 v. u.	l. stoffgas, Schwefelwasserstoffgas u. s. w.)
74	10 v. o.	l. ausstieſsen st. ausstoſsen.
98	18 - -	l. §. 43 st. §. 44.
81	1 - -	l. daneben oder st. vielleicht.
81	6 - -	l. die schon für.
81	21 - -	l. ströme an ihnen zu finden.

Seite.	Zeile.	
99	10 v. u.	l. reiben st. reihen.
103	15 v. o.	l. Lapilli st. Lapille.
103	1 v. u.	l. verschiedenen Bildungen ist, wenn.
104	2 v. u.	l. zuweilen st. zuweileu.
120		Die Seitenzahl ist falsch.
122	1 v. o.	l. (d) st. (c).
122	2 v. o.	l. unregelmäſsig st. regelmäſsig und (c) st. (d).
126	4 v. u.	Der untere Holzschnitt gehört hinter das Wort: Quarzdrusen.
130	16 v. o.	l. Kleiner- st. Klein-.
142	7 - -	l. Schichtung st. Schichtungen.
149	15 - -	l. eruptiver statt vulkanischer.
149	18 - -	l. und selbst eruptiv geworden ist.
152	15 v. u.	l. §. 62 st. §. 63.
157	10 - -	l. unzerstörbarste st. unzerstörbare.
158	16 v. o.	l. Concretionen st. Congregationen.
178	21 v. u.	in der vorletzten Spalte setze — statt?
186	4 v. o.	fehlt die) hinter neuesten.
190	1 v. u.	l. Ulodendron st. Uodendron.
199	20 v. u.	l. Cycloides st. Cyclaïdes.
206	12 v. o.	l. Argonauta st. Augonauta.
224	14 v. o.	l. der obersten st. des obersten.
224	15 - -	l. denen der st. denen des.
231	5 v. u.	l. Przibram st. Brezzibram.
232	10 v. o.	l. Almagrera st. Almagnera.
248	3 v. u.	l. Nagelfluhe st. Nagelflühe.
257	20 v. o.	l. Region Kupfer- st. Region liegenden Kupfer-.
259	5 - -	l. Vielfach st. Vielleicht.
279	9 v. u.	l. und die st. und der.
279	8 - -	l. verkoakst st. verkoakt.
281	13 v. o.	l. Feldstein st. Felsit.
282	7 - -	l. Es würde zweifelhaft sein, ob man die Pechsteine überhaupt.
292	16 - -	l. Holeborn st. Heleborn.
308	3 - -	l. lagerförmig st. lagenförmig.
309	7 - -	l. Absonderungsklüfte st. Klüfte.
315	11 - -	l. Trümmer- st. Trümmer.
319	4 v. u.	l. Gelb st. Quell.
321	5 v. o.	l. aus sogenannten Letten- oder tauben Klüften.
328	10 v. u.	l. Bräuns- st. Brauns-.
330	7 u. 8 v. u.	beruht auf einem Irrthum, das sogenannte harte Trum entspricht nicht der edlen Quarzformation.
331	17 v. o.	l. Flötzformationen st. Flötzformation.
333	12 - -	l. Riegelsdorf st. Ringelsdorf.
335	18 - -	l. Eisenglanz st. Eitenglanz.
339	16 v. u.	l. §. 129 st. §. 128.
344	2 v. o.	und folgende sollten nicht mehr eingerückt sein.
349		Zur Analogie der Blasen- und Gangausfüllungen gehört noch, daſs auch die ersteren noch massig erfüllt sind wie die meisten Gänge.
350	19 v. o.	l. Röstöfen st. Rostöfen.
352	12 v. u.	l. Liasformation st. Liasformationen.
368	10 v. o.	l. §. 143 st. §. 144.

Druck der Teubner'schen Officin in Dresden.

Beilage

zu

Dr. B. Cotta's

Grundrifs der Geognosie und Geologie.

Dresden und **Leipzig.**

Arnoldische Buchhandlung.

1846.

Kurze Charakteristik der Gesteine.

	Seite.
Vorbemerkungen	1
Kalksteine	2
Eisensteine	8
Kohlen	11
Kieselgesteine	13
Sandsteine	16
Conglomerate und Breccien	19
Lose Gesteine	20
Mergel	21
Thongesteine	22
Thonige Schiefergesteine	24
Krystallinische Schiefergesteine	27
Granitgesteine	30
Grünsteine	35
Anhang (den Grünsteinen geognostisch verwandte Gesteine)	38
Augitgesteine	40
Porphyre	44
Alphabetisches Verzeichnifs der Gesteine	52

Reihenfolge der Schichtgesteine.

Vorbemerkungen	55
Alluvialgebilde	56
Diluvialgebilde	—
Süfswasserformation	58
Meer-Sand und Sandstein	60
Grobkalkformation	—
Braunkohlenformation	64
Kreideformation	66
Quaderformation	68
Waldformation	72
Juraformation	74

	Seite.
Liasformation	78
Keupermation	80
Muschelkalkformation	84
Bunter Sandstein	88
Zechsteinformation	—
Rothliegendes	90
Steinkohlenformation	92
Kohlenkalkstein	96
Obere Grauwacke	96
Mittlere Grauwacke	98
Untere Grauwacke	104
Thonschiefer, Glimmerschiefer	—
Gneifs	106
Index	109

Allgemeine Darstellung der Synonyme, der Vertheilung der Organismen, der Verbreitung der Formationen und ihrer Durchsetzung von Massengesteinen in Mittel-Europa.

Kurze Charakteristik
der
Gesteine.

Vorbemerkungen.

Für die zusammensetzenden Mineralien, Rubrik **M.**, sind Breithaupt's populäre, und nur, wo diese zur sicheren Bestimmung nicht ausreichten, auch dessen wissenschaftliche Benennungen gewählt, oft aber konnte die Bestimmung gar nicht specifisch genau erfolgen. Die zufälligen Beimengungen, von denen nur die häufigeren genannt sind, unterscheiden sich von den wesentlichen durch ganz kleinen Druck; unter ihnen sind aber wieder die häufigsten durch gesperrten Druck ausgezeichnet. Die Rubrik für chemische Zusammensetzung **Ch.** enthält, nur wo es besonders nöthig erschien, auch mittlere Werthe quantitativer Analysen. Darauf folgen **G.** das specifische Gewicht, in so weit genügende Bestimmungen vorhanden, **E.** die äufseren Eigenschaften des Gesteins, **Ü.** Uebergänge, **F.** Fundorte, **B.** besondere Bemerkungen und **L.** Literatur.

Wie die in der Rubrik **Ü.** angeführten Uebergänge stattfinden, wird durch Vergleichung der Gesteinszusammensetzung und des im Text darüber Gesagten leicht deutlich werden.

In der Rubrik **F.** sind natürlich nur einige, gewissermafsen Normalfundorte angeführt, an denen sich das Gestein besonders charakteristisch zeigt, und es ist dabei vorzugsweise auf die nächste Umgebung Freibergs Rücksicht genommen.

Die in der Rubrik **L.** (Literatur) gewählten Abkürzungen werden meist an sich verständlich sein, ich glaube, nur auf nachstehende aufmerksam machen zu müssen:

Jahrb. = v. Leonhard's und Bronn's Jahrbuch für Mineralogie, Geognosie, Geologie und Petrefactenkunde. Zur gröfseren Vereinfachung sind auch die darin gelieferten Auszüge aus anderen Werken, sowie die früher als Taschenbuch und Zeitschrift erschienenen Jahrgänge unter diesem Titel citirt.

Erläuter. = Erläuterungen zu der geognostischen Charte des Königreiches Sachsen von Naumann und Cotta.

BC. Th. = Cotta, geognostische Beschreibung der Gegend von Tharand, auch unter dem Titel: Geognostische Wanderungen, Hft. I.

Da die ältere Literatur über Gesteine vor 1830 grofsentheils unbrauchbar geworden ist, so habe ich sie nur ausnahmsweise berücksichtigt; bis zum Jahre 1823 findet man sie übrigens sehr vollständig in v. Leonhard's Charakteristik der Felsarten.

Kalksteine (*Calcaire*, *limestone*).

1. Var. **Körniger Kalkstein** (*Marmor*, *Urkalkstein*, *granular limestone*).

M. Kalkspath, oft mit Rautenspath gemengt. ***Flufsspath*, *Glimmer* (*Astrites Chrysophanus und ein Phengit*) *Tremolit*, *Pargasit*, *Mesitin*, *Sahlit*, *Diopsit und Augit*, *Idocras*, (*Idocrasius retinophanus*) *Zeilanit*, *trappisches Eisenerz*, *Eisenkies*, *Graphit*, *Anthrazit*.**

Ch. Kohlensauere Kalkerde, oft mit etwas kohlens. Talkerde.

G. 2,7 — 2,8.

E. Körnig. Weifs, gelblich, grau, bläulich und röthlich. Unregelmäfsig massig, selten plattenförmig oder geschichtet.

Ü. In dichten Kalkstein (durch Beimengung in Dolomit und Cipollin).

F. Miltitz bei Meifsen, Tharand (fast Dolomit), Crottendorf im Erzgebirge, Pargos, Carara, Paros.

B. Findet sich als Massengestein meist gangförmig, mit Glimmer als Schiefergestein (Cipollin) und auch lagerförmig.

L. Jahrb. 1841. S. 743. Werner, Classification der Felsarten, S. 14. v. Buch, Reise nach Norwegen I. 126, Magazin der Berl. Gesellsch. III. 173. Hausmann, Reise n. Skandin. I., 324. Erläuter. V., 77. II., 107, 240, 271. BC. Th. S. 88.

2. Var. **Dichter Kalkstein** (*Calcair compacte*).

M. Kalkspath, oft mit etwas Rautenspath gemengt. *Quarzkörner, Hornsteinknollen, Eisenkies.*

Ch. u. **G.** Wie oben.

E. Dicht. Grau, gelb, röthlich, weifs, schwarz. Geschichtet (zuweilen sehr dünn) und parallelepipedisch zerklüftet.

Ü. In körnigen Kalkstein, durch Mengung in Dolomit, Mergelkalkstein, Kieselkalkstein und Stinkstein.

F. Strehlen und Weinböhla bei Dresden, Hausberg bei Jena, Neufchatel und Bex in der Schweiz.

B. Diese Kalksteine kommen in vielen Flötzformationen vor und haben danach gewisse Benennungen erhalten, welche nicht mit constanten petrographischen Charakteren verbunden sind, z. B. Uebergangskalksteine, Grauwackenk., Kohlenk., Bergk., Zechstein, Muschelk., Liask., Jurak., Plänerk., Süfswasserk. u. s. w.

L. Jahrb. 1831. S. 83. 1840. S. 235. 1841. S. 743. 1842. S. 241. 1844. S. 211.

3. Var. **Breccienartiger Kalkstein** (*Kalkbreccie*).

M. Wie bei 2.

Ch. u. **G.** Wie bei 1. u. 2.

E. Breccienartig, so dafs Kalksteinstücke in Kalksteinmasse liegen, die sich manchmal nur wenig unterscheiden.

F. Hausberg bei Jena, Ebermergen bei Haarburg in Baiern.

B. Wie bei 2.

L. Jahrb. 1834. S. 309.

4. Var. **Mergelkalkstein** und **dolomitischer Mergel** (*Calcaire marneux*).

M. Kalkspath mit Thon- und Kieselerde oder auch Rautenspath gemengt. *Quarzkörner, Hornsteinknollen, Eisenkies.*

Ch. Kohlensauere Kalkerde mit Thon- und Kieselerde.

G. 2,7 — 2,8.

E. Wie bei 2, nur meist erdiger. Mit Rautenspath gemengt = dolomitischer Mergel.

Ü. In dichten Kalkstein, Stinkkalk und Mergel (durch Beimengung).

F. Strehlen, Weinböhla und Oberau bei Dresden.

B. Wie bei 2.

5. Var. **Kieselkalkstein** (*Calcaire siliceux*).

M. Kalkspath und Hornstein. *Quarz, Chalzedon, Hornstein, Opal.*

Ch. Kohlensauere Kalkerde, Kieselerde und Thonerde.

G. 2,6 — 2,8.

E. Dicht. Grau- und gelblichweifs. Härter als dichter Kalkst. Geschichtet. Oft von kleinen Höhlenräumen durchzogen.

Ü. In Mergelkalkstein (durch Beimengung).

F. Champigny bei Paris, Mouson bei Coulomiers.

L. Brongniart, Descript. géolog. d. envir. d. Paris p. 38 u. 203., v. Humboldt, geogn. Versuch p. 314.

6. Var. **Stinkkalk** (*Stinkstein und Asche*, *Calcaire bitumineux oder fétide*, *Stinkstone*).

M. Kalkspath mit Bitumen und Thon. *Hornstein, Eisenkies, Schwefel.*

Ch. Kohlensauere Kalkerde mit Bitumen und Thon.

G. 2,6 — 2,8.

E. Dicht. Dunkelfarbig. Beim Zerschlagen u. Reiben stinkend. Geschichtet und parallelepipedisch abgesondert. Zuweilen erdig, zerreiblich: Asche genannt. Selten krystallinisch körnig.

Ü. In Mergelkalkstein und bituminösen Mergelschiefer.

F. Gera, Sangershausen und Wimmelburg in Thüringen, Riegelsdorf in Hessen, Häring in Tyrol.

L. Jahrb. 1835. S. 350. Freiesleben, geogn. Arbeiten I. u. II. an vielen Stellen.

7. Var. **Kreide** (*Craie*, *Chalk*).

M. Kalkspath und etwas Kieselerde. *Feuerstein*, *Schwefelkies. Zuweilen Grünerdekörner.*

Ch. Kohlensauere Kalkerde und etwas Kieselerde.

G. 2,6 — 2,8.

E. Dicht, erdig, abfärbend, weifs, selten gefärbt. Dick geschichtet.

Ü. In Kreidemergel, der als Gestein nur eine mit Thon gemengte Kreide ist. Gewöhnlich bezeichnet man aber damit ein Formationsglied.

F. Insel Rügen, Insel Wight, Südküste von England, Nordküste von Frankreich. Der Name stammt von der Insel Kreta, wo aber keine eigentliche Kreide vorkommt.

B. Nur in der Kreideformation. Besteht nach Ehrenberg gröfs-

tentheils aus kalkigen Polythalamien-Panzern und kieseligen Infusorien-Schalen.

L. Jahrb. 1837 S. 620. 1840 S. 100 u. 686. 1841 S. 729 u. 730. 1843 S. 499. Brongniart, Descript. des envir. de Paris, 2. Aufl. p. 10. u. 68.

8. Var. **Grobkalk** (*Calcaire grossier*).

M. Kalkspath und Quarzsand. *Grünerdekörnchen.*

Ch. Kohlensauere Kalkerde, Thonerde und Kieselerde.

E. Dicht oder erdig, bis sandsteinartig. Grau oder gelblich. Geschichtet.

Ü. In dichten Kalkstein und kalkigen Sandstein.

F. Paris.

B. Wird auch als Formationsbezeichnung benutzt, da das Gestein nur in der Molassegruppe vorkommt.

L. Brongniart, Descript. des environs de Paris 1822, p. 29 u. 123.

9. Var. **Rogenstein** (*Oolith*, *Calcaire oolithique und Erbsenstein*, *Pisolith*).

M. Kalkspath (od. Arragon). *Quarzkörnchen, Schlacken- oder Granittheile, selten Kupfererze.*

Ch. u. **G.** Wie bei 1.

E. Oolithisch. Grau oder gelblichweifs. Meist geschichtet.

F. Eisleben, Quenstadt bei Aschersleben, Kattenstadt bei Blankenburg, Lorrach bei Baden. Carlsbad (Erbsenstein).

B. Am häufigsten in der Zechstein-, Trias- und Juragruppe. Der Erbsenstein entsteht noch jetzt.

L. Freiesleben, geogn. Arbeiten I., 120. Hoffmann, geogn. Beschreib. v. Magdeburg, S. 39. v. Buch, Canarische Inseln. S. 258.

10. Var. **Kalktuff** (*Duckstein*, *Alben*, *Tuf calcaire*, *Travertino z. Th.*).

M. Kalkspath.

Ch. Kohlensauere Kalkerde.

G. 2,6 — 2,8.

E. Porös, dicht bis erdig. Meist gelblich, grau oder braun. Selten geschichtet.

Ü. In dichten Kalkstein.

F. Robschütz bei Meifsen, Fürstenbrunnen bei Jena, Park bei Weimar, Königslutter bei Braunschweig, Cannstadt in Würtemberg.

B. Entsteht noch jetzt durch Ablagerung aus kalkhaltigen Quellen.

L. Jahrb. 1838 S. 464. 1842 S. 229. 1844 S. 28. Freiesleben, Oryktographie VII., 106.

11. Var. **Kalksinter** (*Tropfstein, Travertino z. Th.*).

M. Kalkspath (oder Arragon).

Ch. Kohlensauere Kalkerde.

G. 2,6 — 2,8.

E. Meist aus faserigen Rinden bestehend, seltener krystallinisch späthig. Zuweilen stalaktitisch, dann Tropfstein genannt.

F. In den meisten Kalkhöhlen, auch in Grubenbauen.

B. Entsteht noch jetzt durch Ablagerung aus kalkhaltigem Wasser.

L. Jahrb. 1839 S. 706. 1836 S. 45. Poggend. Annalen B. 42 S. 352 und B. 43. Gewerbeblatt für Sachsen 1842 N. 83. Freiesleben, Oryktographie VII., 93.

12. **Dolomit** (*Rauchstein, Rauchkalk, Rauchwacke, Dolomie, Magnesian limestone*).

M. Rautenspath, zuweilen mit etwas Kalkspath gemengt. *Glimmer, Talk, Kalkspath, Quarz, Eisenkies.*

Ch. 55 kohlensauere Kalkerde mit 45 kohlensauerer Talkerde.

G. 2,8 — 2,9.

E. Körnig, selten dicht oder erdig (dann Asche genannt). Gelb, grau, weifs. Zuckerartig, meist drusig. Zuweilen durch etwas Bitumen stinkend. Undeutlich geschichtet oder massig.

Ü. In dichten Kalkstein und Stinkkalk (durch Mengung).

F. Memmendorf bei Freiberg, Lengefeld im Erzgebirge, Heidelbach bei Wolkenstein, Muggendorf und Streitberg in Baiern, Fassathal in Tyrol.

B. In mehre Flötzformationen eingelagert, auch als Massengestein. Oft Höhlen enthaltend. Name nach Dolomieu, der zuerst darauf aufmerksam machte.

L. Jahrb. 1833 S 439. 1834 S. 40, 310, 319, 364, 604. 1836 S. 213. 1840 S. 699 u. 700. 1842 S. 852. 1843 S. 143, 613. Karsten's Archiv Bd. 17 S. 265. Erläuter. II. 104, 152, 240. Dolomieu, Journ. de Physique XXXIX. p. 3. v. Buch in v. Leonhard's Taschenb. 1824.

13. **Körniger Gyps** (*z. Th. Alabaster, Chaux sulphate, Gypsum*).

M. Gyps. *Glimmer, Quarz, Borazit. Magneteisenerz, Eisenkies, Schwefel.*

Ch. Schwefelsauere Kalkerde mit Wasser.

G. 2,28 — 2,4.

E. Körnig, zuweilen zugleich porphyrartig durch Gypskrystalle. Weifs, grau. Mit dem Fingernagel ritzbar. Geschichtet und massig.

Ü. In dichten Gyps.

F. Köstritz bei Gera, Hausberg bei Jena, Sachswerften bei Nordhausen, Wimmelburg bei Eisleben, Neuland bei Löwenberg.

B. In den meisten Flötzformationen vorhanden, oft mit Steinsalz zusammen, häufig von Höhlen durchzogen.

L. Jahrb. 1838 S. 60. 1840 S. 698. Freiesleben, geogn. Arbeiten II. S. 121. v. Oeynhausen, Beschreib. v. Oberschlesien, S. 288. Hausmann, Reise nach Skandinavien, I. S. 16. Freiesleben, Oryktographie VIII., 128.

14. Var. **Dichter Gyps.**

M. Gyps. *Quarz, Borazit.*

Ch. Schwefelsauere Kalkerde mit Wasser.

G. 2,28 — 2,4.

E. Dicht, sonst wie bei 13.

Ü. In körnigen Gyps.

F. Selten an den oben genannten Orten.

B. Wie oben.

15. Var. **Fasergyps.**

M. Gyps.

Ch. Schwefelsauere Kalkerde mit Wasser.

G. 2,28 — 2,4.

E. Faserig. Weifs und bunt gefärbt.

F. Hausberg bei Jena, Eckartsberga bei Weimar, Igel bei Trier.

B. Bildet dünne Schichten oder Spaltenausfüllungen in oder in der Nähe von körnigem Gyps.

16. **Anhydrit** (*Muriazit*).

M. Anhydrit (Anh. calcarius). *Quarz, Borazit.*

Ch. Schwefelsauere Kalkerde ohne Wasser.

G. 2,8 — 3,0.

E. Körnig bis fast dicht. Blau, grau, weifs. Undeutlich geschichtet oder massig.

F. Sulz am Neckar, Leogang in Salzburg, Bex in der Schweiz, Segeberg in Holstein.

B. Fast stets mit Gyps vorkommend.
L. Jahrb. 1837 S. 35.

17. **Steinsalz** (*Sel gemme*, *Rocksalt*) und Salzthon.
M. Steinsalz.
Ch. Chlor-Natrium, gewöhnlich mit etwas schwefelsauerer Talk-schwefelsauerer Kalkerde und schwefelsauerem Natron.
G. 2,16 — 2,26.
E. Krystallinisch späthig, körnig oder faserig. Wasserhell, auch gefärbt. Im Wasser löslich, salzig schmeckend. Mit Thon gemengt = Salzthon.
F. Salzburg und Hall in Tyrol, Wieliczka in Polen, Cordonna in Spanien, Maynas in Amerika.
B. In mehren Formationen mit Gyps, Dolomit und Thon vorkommend. Manchmal in den Thon gemengt = Salzthon.
L. Jahrb. 1832 S. 252, 443. 1835 S. 265, 699. 1844 S. 238. Hrdina, Geschichte der Wieliczkaer Saline. Wien 1842.

Eisensteine.

18. **Spatheisenstein.**
M. Eisenspath.
Ch. Kohlensaueres Eisenoxydul.
G. 3,82.
E. Krystallinisch späthig oder körnig. Gelblich weifs bis braun. Masssig.
Ü. Durch Umwandlung in Brauneisenstein.
F. Eisenerz in Steyermark, Stahlberg bei Siegen, Kamsdorf bei Saalfeld.
B. Lager im Zechstein und Gänge in Grauwacke bildend.
L. Jahrb. 1842 S. 333.

19. **Sphaerosiderit** (*Thoneisenstein z. Th. und Eisenrogenstein z. Th.*).
M. Eisenspath mit Thon gemengt.
Ch. Kohlensaueres Eisenoxydul, meist mit Kieselerde, Thonerde, Kalkerde oder Talkerde.
G. 3,56 — 3,8.
E. Dicht, selten oolithisch (Eisenrogenstein). Meist grau, gelb oder braun.

Ü. In Brauneisenstein.

F. Oberkassel im Siebengebirge, Neuenkirchen bei Saarbrücken, Birmingham.

B. Lager in mehren Flötzformationen, besonders in der Kohlen-, Jura- und Molassegruppe.

L. Jahrb. 1834 S. 449. 1838 S. 423.

20. **Brauneisenstein** (*Thoneisenstein und Eisenrogenstein z. Th.*).

M. Belonites vulgaris, oft mit Thon gemengt. *Quarzkörner, Manganerze. Thuringit (Astrites Thuringites).*

Ch. Eisenoxydhydrat mit Thonerde, Kieselerde u. dergl.

E. Dicht, drusig, stalaktitisch, oolithisch als Eisenrogenstein, faserig, auch erdig, im letzteren Falle Umbra genannt. Durch Kohlenbrände zuweilen körnig oder stänglich (körniger und stänglicher Thoneisenstein). Strichpulver braun.

Ü. In Gelberde durch Mengung und Textur.

F. Arzberg im Fichtelgebirge, Kamsdorf bei Saalfeld, Tarnowitz in Schlesien.

B. Bildet Lager in Flötzformationen und Gänge.

L. Jahrb. 1834 S. 416. 1839 S. 571. 1842 S. 606.

21. **Bohnerz** (*Fer pisiforme, Ironsand z. Th.*).

M. Picites pissiformis.

E. Bohnenförmige Körner, theils verbunden, theils lose. Gelb, röthlich, braun bis schwarz.

Ü. In Eisenrogenstein.

F. Eichstädt in Baiern, Aalen in Würtemberg, vielfach im Juragebirge.

B. Als Ausfüllung von Spalten und Höhlen, namentlich des Jurakalkes.

L. Jahrb. 1832 S. 433. 1839 S. 571 u. 710. 1843 S. 493. Gräfsli in den neuen Denkschriften der Allg. Schw. Gesellsch. 1841 p. 252.

22. **Rasceneisenstein** (*Limonit, Wiesenerz, Morasterz, Sumpferz, Seeerz*).

M. Picites Limoniates. *Sandkörner, Vivianit, Infusorienpanzer.*

E. Dicht, oft porös, theils pechartig, theils sandig, theils erdig. Gelblich, braun bis schwarz.

F. Viele sumpfige Stellen der Lausitz, Neudeck in Böhmen.

B. Entsteht noch jetzt an sumpfigen Stellen der Erdoberfläche.

L. Jahrb. 1839 S. 719. 1841 S. 120. Freiesleben, geognost. Arbeiten V., 216 — 243.

23. **Rotheisenstein** (*Fer oxidé rouge*, *Eisenrogenstein z. Th.*).

M. Hexagonites ferricus od. haplotypicus. *Quarz*, *Brauneisenstein*.

Ch. Eisenoxyd.

E. Dicht, erdig, oolithisch, faserig oder krystallinisch körnig. Roth bis schwarz. Strichpulver roth.

F. Rother Berg bei Schwarzenberg, Weilburg an der Lahn, Insel Elba.

B. Auf Gängen, seltener in Lagern.

L. Jahrb. 1843 S. 823.

24. **Magneteisenstein.**

M. Magneteisenerz. *Hornblende*, *Augit und Granat*.

Ch. Eisenoxyd mit Eisenoxydul.

E. Körnig, selten schieferig. Dunkelfarbig, meist schwärzlich und metallisch glänzend. Gewöhnlich massig.

F. Berggieshübel im Erzgebirge, Zweigler Fdgr. bei Schwarzenberg, Fossum und Arendal in Norwegen.

B. Als Massengestein oder in Gängen.

L. Jahrb. 1832 S. 83. 1833 S. 74. 1834 S. 420. 1836 S. 216. 1840 S. 619. 1841 S. 698. 1843 S. 631 u. f., u. S. 806. Erläuter. II., 111.

25. **Itabirit** (*Eisenfels*).

M. Eisenglimmer, Eisenglanz, Magneteisenerz und Quarz. *Chlorit*, *Talk*, *Gold*.

Ch. Eisenoxyd und Eisenoxydul mit Kieselerde.

E. Körnig, bis fast dicht, oft schieferig. Massig.

F. Pic von Itabria in Brasilien.

B. Als Massen- oder Ganggestein.

L. v. Eschwege, Gemälde v. Brasilien, S. 28.

26. **Tapanhoacanga** (*Eisenstein-Conglomerat*).

M. Eisenglanz- und Magneteisenerztrümmer, durch Eisenocker verbunden.

Ch. Eisenoxyd und Eisenoxydul.

E. Breccienartig. Roth, braun bis schwarz. Massig.

F. Villa Rica und Provinz Goyaz in Südamerica. Tapanhoacanga heifst Negerkopf.

B. Als Massen- oder Ganggestein.

L. v. Eschwege, Gemälde v. Brasilien S. 30.

Kohlen.

27. **Graphit** und **Graphitschiefer** (*Graphitgneifs*).

M. Graphites rhombicus. *Felsit, Quarz, Granat.*

Ch. Kohle mit etwas Kieselerde, Eisen, Thon-, Kalk- u. Talkerde.

E. Körnig bis dicht, schuppig, zuweilen schieferig. Schwarz, glänzend, abfärbend. Schneidbar. Schieferig und mit Quarz gemengt = Graphitschiefer, mit Quarz und Feldspath gemengt = Graphitgneifs.

Ü. Durch Graphitgneifs und Graphitschiefer, scheinbar in Gneifs und Glimmerschiefer.

F. Passau und Arzberg in Baiern. Glen Farrer in Invernefs-Shire.

B. Meist lagerförmig, seltener gangförmig in Schiefer- oder Massengesteinen.

L. Jahrb. 1831 S. 319. 1833 S. 552. 1836 S. 595. 1838 S. 427. 1839 S. 448. Journ. d. Phys. XCIV. p. 301.

28. **Anthracit** (*Glanzkohle*).

M. Anthracites porodinus. *Kalkspath, Quarz, Eisenkies.*

Ch. Kohlenstoff mit sehr wenig Bitumen.

E. Dicht, zuweilen schieferig, spröde. Schwarz, glänzend. Strichpulver schwarz. Schieferig und mit Quarz gemengt = Anthracitschiefer.

F. Schönfeld bei Frauenstein, Wyomingthal am Susquehanna, Sitten in der Schweiz (Anthracitschiefer).

B. Am häufigsten lagerförmig in der Grauwackengruppe.

L. Jahrb. 1844 S. 232. 1838 S. 426 u. 570. 1839 S. 441 u. 527. 1840 S. 116. 1841 S. 467 u. 766.

29. **Schwarzkohle** (*Steinkohle*, *houille*, *Pechkohle*, *Schieferkohle*, *Faserkohle*, *Kännelkohle*, *Grobkohle*).

M. Schwarzkohle. *Eisenkies.*

Ch. Kohlenstoff mit ziemlich viel Bitumen.

E. Dicht. Schwarz, Strichpulver auch schwarz. Geschichtet. Pechartig = Pechkohle oder Gagat. Schieferig = Schieferkohle, aus dünnen Lagen von Pechkohle und Faserkohle bestehend. Faserig = Faserkohle, mineralische Holzkohle (letztere ist wahrscheinlich Anthracit) u. s. w.

Ü. In Braunkohle.

F. Döhlen, Pottschappel und Burgk bei Dresden, Berthelsdorf bei Hainichen unweit Freiberg. Zwickau.

B. Fast nur in der Kohlengruppe.

L. Jahrb. 1833 S. 429, 552, 622. 1838 S. 64, 427. 1839 S. 211, 571, 615, 711 u. 714. 1840 S. 369. 1841 S. 134. 1842 S. 246, 333, 859.

30. **Braunkohle** (*Lignit*, *Lettenkohle*, *bituminöses Holz*, *Moorkohle*, *Papierkohle*, *Alaunerde*).

M. Braunkohle. *Gyps*, *Schwefelkies* (*Rhombites ferreus*), *Schwefel*, *Bernstein*.

Ch. Kohlenstoff mit sehr viel Bitumen.

E. Dicht od. erdig, auch schieferig. Braun bis schwarz, Strich braun. Geschichtet. Pechartig = Pechkohle. Schieferig = Blätter-, Laub- oder Papierkohle. Erdig = erdige Braunkohle oder Moorkohle. Mit Thon gemengt = Lettenkohle. Holzartig = bituminöses Holz u. s. w.

Ü. In Steinkohle und Torf.

F. Zittau, Merane in Sachsen, Grofsaga bei Zeitz, Teplitz, Kaltennordheim in Franken. Meifsner in Hessen.

B. Lagerförmig in der Molassegruppe, seltener in älteren Formationen.

L. Jahrb 1831 S. 309. 1833 S. 553. 1836 S. 486. 1838 S. 172, 430, 707. 1839 S. 538. 1840 S. 230, 699. 1843 S. 800, 809.

31. **Torf** (*Turf*, *Tourbe*).

M. Mehr oder weniger zersetzte Pflanzentheile. *Vivianit.*

E. Dicht oder filzig. Braun bis schwarz. Weich. Man unterscheidet Pechtorf, Streichtorf, Filztorf, Wurzeltorf u. s. w.

Ü. In Braunkohle und Pflanzen.

F. Grofshartmannsdorf bei Freiberg, Marienberg und Scheibenberg im Erzgebirge, Weifsenstadt im Fichtelgebirge.

B. Entsteht noch jetzt in sumpfigen Gegenden.

L. Jahrb. 1833 S. 250. 1837 S. 375. 1838 S. 173. 1839 S. 438, 579. 1842 S. 327. 1844 S. 73. Wiegmann, üb. Entst., Bild. und Wesen des Torfes, 1837. Winkler, Bericht üb. d. Zusammensetz. d. Torfsorten d. Erzgeb. 1840.

32. **Asphalt** (*Erdpech*).

M. Asphalt.

Ch. Bitumen.

E. Dicht, pechartig, in der Wärme erweichend, braun bis schwarz.
Ü. In Erdöl.
F. Insel Trinidad, am todten Meere, bei Neufchatel.
B. Mehren Flötzformationen angehörig.
L. Jahrb. 1810 S. 278, 1833 S. 629. 1837 S. 627. 1838 S. 430, 547. 1840 S. 472. Mayer, der Asphalt des Val de Travers, Coblenz 1839.

Kieselgesteine.

33. Var. **Quarzfels** (*Quarz-rock*).
M. Quarz. *Turmalin, Rutil (von beiden meist zerbrochene Krystalle).*
Ch. Kieselerde.
G. 2,6 — 2,7.
E. Körnig, dicht, zuweilen porös. Weifs oder gelblich. Massig.
Ü. In Quarzschiefer und Quarzbrockenfels.
F. Burkersdorf bei Frauenstein, Kotitz bei Bautzen, Haslau und Seeberg bei Eger.
B. Meist gangförmig in Schiefer- und Massengesteinen.
L. Jahrb. 1833 S. 412. Erläuter. III., 10. Freiesleben, Oryktographie II., 73.

34. Var. **Quarzbrockenfels.**
M. Quarzbrocken durch Eisenoxyd oder Eisenkiesel verbunden.
Ch. Kieselerde und Eisenoxyd.
E. Breccienartig. Massig.
F. Raschau und Langenberg bei Schwarzenberg.
B. Meist gangförmig in Schiefer- und Massengesteinen.
L. Erläuter. II., S. 35, 45, 203. Freiesleben, Oryktographie II., 76.

35. Var. **Quarzschiefer.**
M. Quarz. *Glimmer, Turmalin, Eisenkies.*
Ch. Kieselerde.
G. 2,6 — 2,7.
E. Körnig-schieferig. Weifs, grau oder röthlich. Oft geschichtet.
Ü. In Quarzfels und Glimmerschiefer.
F. Galgenberg bei Freiberg.
B. Meist in krystallinische Schiefergesteine eingelagert.
L. BC. Th. S. 10. Erläuter. II., 80. V., 28, 61.

36. Var. **Kieselschiefer** (*Lydischer Stein, Lydit, Quartz lydien*).

M. Hornstein, durch Kohle gefärbt.

Ch. Kieselerde, Thonerde und Kohle.

G. 2,5 — 2,6.

E. Dicht, schieferig. Grau bis schwarz, oft von weifsen Quarzadern durchzogen. Geschichtet.

Ü. In Alaunschiefer durch Beimengung.

F. Langen-Striegis bei Freiberg, Badewitz bei Nossen.

B. Meist im Grauwackengebilde eingelagert.

L. Jahrb. 1832 S. 460. Freiesleben, Oryktographie II., 203. Erläuter. II., 317.

37. Var. **Hornstein.**

M. Hornstein.

Ch. Kieselerde und Thonerde.

G. 2,5 — 2,6.

E. Dicht. Vielfarbig. Geschichtet oder knollig.

Ü. In Feuerstein, Eisenkiesel und Jaspis.

F. Schweinsdorf u. Döhlen bei Tharand, Rüdigsdorf b. Chemnitz.

B. Lagerförmig oder als Knollen in mehren Flötzformationen. Gangförmig in Schiefer- und Massengesteinen.

L. Freiesleben, Oryktographie v. Sachsen II., 150. Erläuter. V., 65.

38. Var. **Feuerstein** (*Flint*).

M. Feuerstein.

Ch. Kieselerde, Thonerde und etwas Bitumen.

E. Dicht. Grau, gelblichgrau oder bräunlich. Knollig, seltener geschichtet.

Ü. In Hornstein.

F. Als Geschiebe bei Dresden. Anstehend auf der Insel Rügen.

B. Fast nur als Knollen oder Lager in Kreide.

L. Jahrb. 1843 S. 215, 815.

39. Var. **Eisenkiesel.**

M. Eisenkiesel.

Ch. Kieselerde und Eisenoxyd.

G. 2,7.

E. Dicht oder körnig. Gelb, roth oder braun.

Ü. In Hornstein.

F. Warstein in Westphalen, Neuburg bei Heidelberg.

B. Wie oben.

L. Freiesleben, Oryktographie II., 143.

40. Var. **Jaspis.**

M. Jaspis (zuweilen Felsit?).

Ch. Kieselerde und Thonerde?

G. 2,5 — 2,6.

E. Dicht. Farbig, oft bandartig gestreift (Bandjaspis).

Ü. In Hornstein.

F. Genanntstein in Sachsen.

B. Dürfte oft ein umgewandeltes Thongestein sein.

L. Freiesleben, Oryktographie III., 49, 53.

41. Var. **Achat.**

M. Hornstein, Carneol, Chalzedon, Amethyst und Quarz.

Ch. Kieselerde, Thonerde und Eisenoxyd.

E. Dicht. Die vorgenannten Mineralien wechseln in bunten Lagen mit einander ab, und je nach der Gestalt dieser Lagen unterscheidet man: Bandachat, Korallenachat, Festungsachat, Onyx oder, wenn das Gestein eine Breccie bildet, Trümmerachat.

F. Halsbach bei Freiberg, Schlottwitz bei Dresden.

B. Meist gangförmig in Schiefergesteinen, als Ausfüllung von Blasenräumen oder selbstständige Concretionen in anderen Gesteinen bildend.

L. Jahrb. 1837 S. 299. 1838 S. 605. Freiesleben, Oryktographie II., 1.

42. **Halbopal u. Menilith.**

M. Opal.

Ch. Kieselerdehydrat.

G. 2,1 — 2,2.

E. Dicht. Bruch sehr muschelig. Weifs, grau, gelb, braun, gebändert. Enthält oft Infusorienschalen.

Ü. In Vitrit?

F. Krietschelberg bei Kutschlin in Böhmen. Steinheim b. Hanau. Montmartre bei Paris.

B. Lagerförmig oder knollig in Molassegebilden, gang- und nesterförmig in Massengesteinen.

L. Jahrb. 1837 S. 107. 1839 S. 240. Ehrenberg, die fossilen Infusorien. Berlin 1837.

43. Var. **Vitrit** (*Granatmutter*).

M. Pyrogomus vitreus mit Pyropen.

Ch. Kieselerdehydrat.

E. Dicht bis glasartig. Grau.

Ü. In Halbopal?

F. Meronitz in Böhmen.

L. Jahrb. 1844 S. 209.

44. Var. **Kieseltuff u. Kieselsinter.**

M. Kieseltuff und Kieselsinter.

Ch. Kieselerde.

E. Dicht oder porös, rindig. Weifs, grau oder gelblich.

F. Geyser auf Island.

B. Entsteht durch Absatz aus kieselhaltigen Quellen.

L. Mackenzie, Travels in Iceland, p. 217.

45. Var. **Polirschiefer u. Klebschiefer** (*Trippel*, *Saugschiefer*).

M. Polirschiefer und Klebschiefer.

Ch. Kieselerde vorherrschend.

G. 1,9 — 2,1.

E. Erdig, schieferig. Weifs, grau oder gelblich. Geschichtet. Fast ganz aus Infusorienpanzern bestehend.

F. Krietschelberg bei Kutschlin in Böhmen, Habichtswald bei Cassel. Montmartre bei Paris.

B. Bildet Lager in der Molassegruppe.

L. Jahrb. 1837 S. 106. Ehrenberg, die fossilen Infusorien. Berl. 1837.

46. Var. **Kieselguhr.**

M. Kieselguhr.

Ch. Kieselerde vorherrschend.

E. Erdig. Weifs bis grau. Fast ganz aus Infusorienpanzern bestehend.

F. Franzensbad bei Eger.

B. In Torfmooren.

L. Jahrb. 1837 S. 105. Ehrenberg, die fossilen Infusorien. Berl. 1837.

Sandsteine (*Psamite*, *Sandstone*).

Die Sandsteine kommen meist in mehren Flötzformationen vor und haben danach von ihrer mineralogischen Zusammensetzung

unabhängige Benennungen erhalten, wie: bunter Sandstein, Keupersandstein, Quadersandstein, Karpatensandstein, Molassesandstein, Braunkohlensandstein u. s. w.

L. Jahrb. 1840 S. 696 u. 698 (Keupersandst). Erläuter. IV., 23. II., 428.

47. Var. **Krystallinischer Sandstein.**

M. Quarzkrystalle mit undeutlichem Bindemittel.

Ch. Kieselerde vorherrschend.

E. Körnig oder sandsteinartig. Weiſs, grau, gelb oder röthlich. Geschichtet.

Ü. In die anderen Sandsteinvarietäten.

F. Paulshain bei Dippoldiswalda, Aschitzau in der Lausitz, Nebra in Thüringen.

48. Var. **Thoniger Sandstein.**

M. Quarzkörner mit thonigem Bindemittel. *Glimmer.*

Ch. Vorherrschend Kieselerde.

E. Sandsteinartig. Weiſs, grau, gelblich oder röthlich. Geschichtet.

Ü. In die anderen Sandsteinvarietäten.

F. Stuttgart (Keuper).

B. Hierher dürfte auch der Kaolinsandstein zu rechnen sein, dessen Bindemittel Kaolin ist, wobei er auch noch in Kaolin umgewandelte Feldspathkörner enthält; er ist höchst feuerbeständig und wird deshalb zu Gestellsteinen verwendet. (Steinhaide u. Martinsrode am Thür. Wald, Weiſsenfels.)

49. Var. **Mergeliger Sandstein.**

M. Quarzkörner mit mergeligem Bindemittel. *Glimmer.*

Ch. Vorherrschend Kieselerde.

E. Sandsteinartig, weiſs, grau, gelblich oder grünlich. Geschichtet.

Ü. In die anderen Sandsteinvarietäten.

F. Coschütz bei Dresden.

50. Var. **Kalkiger Sandstein.**

M. Quarzkörner mit kalkigem Bindemittel.

Ch. Vorherrschend Kieselerde.

E. Sandsteinartig. Weiſs, grau oder gelblich. Geschichtet

Ü. In die anderen Sandsteinvarietäten.

F. Zwischen Weimar und Gotha.

L. Jahrb. 1833 S. 99.

51. Var. **Talkiger Sandstein.**

M. Quarzkörner mit talkigem Bindemittel. *Glimmer.*

Ch. Vorherrschend Kieselerde.

E. Sandsteinartig, weifs oder gelblichgrau. Geschichtet.

Ü. In die anderen Sandsteinvarietäten.

F. Zschöllau bei Oschatz.

52. Var. **Eisenschüssiger Sandstein** (*Ironsand*).

M. Quarzkörner mit Eisenoxydhydrat-Bindemittel.

Ch. Kieselerde und Eisenoxydhydrat.

E. Sandsteinartig. Gelb, roth oder braun. Fest. Geschichtet.

Ü. In die anderen Sandsteinvarietäten.

F. Siebileroda in Thüringen, Vach in Franken, Röhrsdorf bei Zwickau in Böhmen.

53. Var. **Kieselsandstein** (*Glaswacke*, *Trappsand*, *Quarzsandst.*).

M. Quarzkörner mit Thonsilicat-Bindemittel.

Ch. Kieselerde und Thonerde.

E. Sandsteinartig. Weifs oder grau. Sehr fest. Undeutlich geschichtet.

Ü. In die anderen Sandsteinvarietäten.

F. Weinböhla b. Dresden (einzelne Blöcke), Königswinter b. Bonn.

B. Vorzugsweise in der Braunkohlenformation.

L. Rofsmäfsler, Beitrag zur Versteinerungskunde I., 13.

54. Var. **Grünsandstein** (*Grès vert*, *Greensand*).

M. Quarz- und Grünerdekörnchen mit thonigem oder mergeligem Bindemittel.

E. Sandsteinartig. Grau bis grün. Mürbe. Geschichtet.

F. Priefsnitzer Elbstollen bei Dresden. Insel Wight.

B. Nur in der Quadersandsteinformation bekannt.

L. Jahrb. 1840 S. 228. Conybeare a. Phillipps, Geol. of England p. 127.

55. Var. **Asphaltsandstein.**

M. Quarzkörner mit Asphalt-Bindemittel.

E. Sandsteinartig. Grau.

F. Auvergne.

B. Kommt in der Molassegruppe vor. Entspricht beinah den künstlichen Asphaltgesteinen.

56. Var. **Kohlensandstein.**

M. Quarz-, Kieselschiefer- und Thonschiefer-Körner mit thonigem Bindemittel. *Glimmer.*

E. Sandsteinartig. Grau. Zuweilen conglomeratartig. Geschichtet.

Ü. In Kohlenschiefer.

F. Pottschappel bei Dresden. Zwickau. Manebach b. Ilmenau.

B. Vorzugsweise in der Steinkohlenformation.

L. Merian im Taschenb. f. Miner. XIV., 319. Erläuter. I., 70, II., von Gutbier, Zwickau, S. 67.

57. Var. **Arkose.**

M. Quarz und Feldspaththeilchen u. s. w. *Oft Erze.*

E. Sandsteinartig.

Ü. z. Th. in Kaolinsandstein.

F. Avallon in Frankreich.

B. Scheint durch Zersetzung und Wiedervereinigung oder durch urnprüngliche Tuffbildung krystallinischer Gesteine entstanden.

L. Jahrb. 1844 S. 96. Brongniart in Ann. d. sc. nat. t. 8. p. 113. v. Beust, Kritik d. Werner'schen Gangtheorie 1840 S. 8. Erläuter. II., 390.

58. Var. **Grauwackensandstein** u. **Grauwacke** (*Blaustein*).

M. Quarz- und Kieselschieferkörner mit thonigem Bindemittel.

Ch. Kieselerde und Thonerde.

E. Sandsteinartig. Grau. Fest. Geschichtet. Zuweilen sind die Körner so klein, dafs man sie nicht unterscheiden kann, man nennt dann das Gestein Grauwacke.

Ü. In Grauwackenconglomerat und Grauwackenschiefer.

F. Planitz bei Zwickau, Ziegenrück a. d. Saale, Buchberg bei Königsbrück (Blaustein), Lautenthal am Harz.

B. Nur in der Grauwackengruppe.

L. Erläuter. I., 62, II., 317, III., 38.

Conglomerate (Puddingsteine) u. Breccien.

59. Var. **Grauwackenconglomerate.**

M. Quarz-, Kieselschiefer-, Thonschiefer- und andere Geschiebe mit thonigem meist sandsteinartigem Bindemittel.

E. Conglomeratartig oder breccienartig. Grau, meist fest. Geschichtet.

U. In Grauwackensandstein.

F. Reichenbach bei Freiberg, Ziegelkrug bei Clausthal, Wildemann am Harz (mit Granitfragmenten).

B. Nur in der Grauwackengruppe.

60. Var. **Conglomerat des Rothliegenden.**

M. Porphyr-, Granit-, Gneifs-, Glimmerschiefer-, Quarz- und andere Geschiebe mit sandigem eisenschüssigem oder arkoseartigem Bindemittel.

E. Conglomeratartig oder breccienartig. Gelb, roth oder braunroth. Undeutlich geschichtet.

Ü. In Sandstein.

F. Hainsbach bei Tharand, Chemnitz, Eisenach, Kiffhäuser in Thüringen.

B. Nur im Rothliegenden.

L. Erläuter. I. Cap. 6, II., 428. V. S. 267. BC. Th. §. 47.

61. Var. **Nagelfluhe.** (*Pondinge polygénique.*)

M. Allerlei grofse u. kleine Geschiebe m. kalkig-sand. Bindemittel.

E. Conglomeratartig. Meist grau. Gewöhnlich dick und undeutlich geschichtet.

U. In Sandstein.

F. In der Schweiz häufig, z. B. am Rigi.

B. Nur in der Molassegruppe bekannt.

L. Escher — Alpina I., 249, 279, 285, II., 7. Jahrb. 1836 S. 196. 1840 S. 525. 1841 S. 450. Studer, Monographie der Molasse.

62. Var. **Knochenbreccie.**

M. Knochen- und Kalksteinfragmente mit thonigem oder kalkigem Bindemittel.

E. Breccienartig oder conglomeratartig. Undeutlich oder nicht geschichtet.

F. Mont du Château bei Nizza, Bastia auf Corsika, Cette bei Montpellier, Gibraltar.

B. Gewöhnlich Höhlen oder Spalten in Kalksteinen ausfüllend.

L. Jahrb. 1830 S. 113, 114, 116, 327 u. 357. 1833 S. 83. 1834 S. 465. 1838 S. 94 u. 370. 1842 S. 743. 1844 S. 92. Kircher, Mundus subterr. II., 61.

Lose Gesteine.

63. Var. **Schutt.**

M. Bruchstücke von Gesteinen.

E. Lose übereinander liegend.

Ü. In Breccie durch Bindemittel.

F. Häufig am Fufse steiler Berghänge.

B. Am häufigsten als Alluvialgebilde und Diluvialgebilde.

L. Hoffmann, geogn. Beschreib. v. Magdeburg, S. 122. Erläuter. III., 82, 89.

64. Var. **Kies** (*Gerölle*).

M. Geschiebe von Gesteinen.

E. Lose übereinander liegend.

Ü. In Conglomerat.

F. Häufig in Flufsbetten, Ebenen und an Meeresküsten.

B. Am häufigsten als Alluvialgebilde.

65. Var. **Sand.**

M. Sandkörner.

E. Lose übereinander liegend.

Ü. In Sandstein.

F. Am häufigsten als Aluvialgebilde.

66. Var. **Grus.**

M. Unverbundene Gemengtheile irgend eines bestimmten Gesteines.

E. Lose übereinander liegend.

Ü. In verwitterte Gesteine und in Arkose.

F. Häufig auf deutlich gemengten Gesteinen, wie z. B. Granit (Granitgrus).

Mergel (*Letten z. Th. Marne, Marl*).

67. Var. **Dichter Mergel.**

M. Thon mit kohlensauerer Kalkerde. *Sandkörner.*

Ch. Thonerde, Kieselerde und kohlensauere Kalkerde.

E. Dicht, meist erdig. Grau, gelblich oder bunt. Geschichtet. Meist an der Luft zerfallend.

Ü. In Mergelschiefer, Mergelkalkstein u. mergeligen Sandstein.

F. Tunnel bei Oberau, Kalkbrüche bei Strehlen und Weinböhla unweit Dresden, Hausberg bei Jena.

B. In vielen Flötzformationen und danach benannt: Keupermergel, Liasmergel, Kreidemergel u. s. w.

L. Jahrb. 1831 S. 308. 1839 S. 658. 1840 S. 236, 697. 1843 S. 614. Freiesleben — Geogn. Arbeiten (an sehr vielen Stellen) und Oryktographie VII., 217 und 250.

68. Var. **Mergelschiefer.**

M. Thon mit kohlensauerer Kalkerde. *Gyps, Glimmerblättchen, Sandkörner.*

Ch. Thonerde, Kieselerde und kohlensauere Kalkerde.

E. Dicht, erdig, schieferig. Grau oder bunt. Geschichtet. An der Luft meist zerbröckelnd.

Ü. In dichten Mergel, mergeligen Sandstein und bituminösen Mergelschiefer.

69. Var. **Bituminöser Mergelschiefer.**

M. Thon mit kohlensauerer Kalkerde und Bitumen.

Ch. Thonerde, Kieselerde, kohlens. Kalkerde und Bitumen.

E. Dicht, schieferig. Dunkelfarbig. Geschichtet.

Ü. In Mergelschiefer und Kupferschiefer.

F. Gera, Eisleben, lange Wand bei Ilefeld.

70. Var. **Kupferschiefer** (*Metallschiefer*).

M. Thon mit kohlensauerer Kalkerde, Bitumen und Kupfererzen.

Ch. Thonerde, Kieselerde, Kalkerde, Bitumen, Kupferoxyd, Schwefel und Kohle.

E. Dicht, schieferig. Dunkelfarbig. Geschichtet.

Ü. In bituminösen Mergelschiefer.

F. Kupfergruben der Grafschaft Mansfeld und bei Riegelsdorf in Hessen.

B. Nur in der Zechsteinformation.

L. Jahrb. 1843 S. 211. Freiesleben, geogn. Arbeiten I., II. u. III.

Thongesteine.

71. Var. **Töpferthon** (*Plastischer Thon*, *Letten z. Th.*, *Glaise*, *Argile plastique. Clay*).

M. Thon. *Gyps, Glimmer, Quarz, Eisenkies mit Kohle und Retinit im Inneren.*

Ch. circa 35 Thonerde und 50 Kieselerde.

G. 1,8 — 2,0.

E. Erdig, mit Wasser erweichend und formbar. Weifs, grau, bläulich, gelblich.

Ü. In bituminösen Thon und Lehm.

F. Okrylla bei Meifsen, Grofs-Almerode in Hessen, schöne Bergmühle bei Aschaffenburg.

B. Am häufigsten in der Molassegruppe, doch auch in älteren Flötzformationen.

L. Jahrb. 1831 S. 306. 1833 S. 556. 1834 S. 453. 1835 S. 214. 1836 S. 369. 1837 S. 327. 1839 S. 484. 1840 S. 515. Freiesleben, Oryktographie IV., 1.

72. Var. **Bituminöser Thon.**

M. Thon mit Bitumen. *Gyps, Glimmer, Quarz, Eisenkies.*

Ch. Thonerde, Kieselerde und Bitumen.

E. Erdig, mit Wasser erweichend. Dunkel.

Ü. In Thon, bituminösen Mergelschiefer und Lettenkohle.

F. Gegend von Bautzen.

73. Var. **Lehm** (*Löss*, *Briz*).

M. Thon mit Sand und Eisenoxydhydrat. *Gyps, Glimmer, Quarz, Eisenkies, Mergelknollen.*

Ch. Thonerde, Kieselerde und Eisenoxyd.

E. Erdig, mit Wasser erweichend. Gelb oder braungelb.

Ü. In Thon.

F. Ziegelscheune bei Freiberg.

B. Am häufigsten als Diluvialgebilde.

L. Jahrb. 1831 S. 306. Bronn, Gäa von Heidelberg, 1830 S. 168.

74. Var. **Gelberde.**

M. Thon mit viel Eisenoxydhydrat. *Eisenkies.*

Ch. Thonerde, Kieselerde und Eisenoxyd.

E. Erdig, abfärbend, gelb oder braun.

Ü. In Lehm und Brauneisenstein (Umbra).

F. Robschütz bei Meifsen.

L. Freiesleben, Oryktographie V., 143.

75. Var. **Porzellanerde** (*Kaolin*, *Porzellanthon*).

M. Kaolin.

Ch. Kieselerde und Thonerde herrschen vor.

E. Erdig. Weifs.

Ü. In Thon.

F. Aue bei Schneeberg.

B. Entsteht oder entstand durch Zersetzung von Graniten und anderen Feldspathgesteinen.

L. Jahrb. 1831 S. 446. 1835 S. 696. 1836 S. 68. 1837 S. 327, 573 u. 620. 1839 S. 484. Freiesleben, Oryktographie III., 171. Erläuter. II., 165.

76. Var. **Gebrannter Thon** oder **Schieferthon, Porzellanjaspis** und **Erdschlacke** (*Körniger und stänglicher Thoneisenstein z. Th.*).

M. Diese sind durch Einwirkung von Hitze (z. B. Kohlenbrände)

auf Thon, Schieferthon oder Lehm entstanden und nicht scharf von einander zu sondern, aber durch die bezeichnenden Benennungen gut charakterisirt. Sie enthalten nie Olivin, Augit, Magneteisenerz oder Ryakolit, wodurch sich oft vulcanische Gesteine von ihnen unterscheiden lassen.

Ü. In Thon.

F. Zittau, Planitz bei Zwickau, Bilin und Komothau in Böhmen.

B. Am häufigsten in der Stein- oder Braunkohlenformation.

L. Werner in Hoffmanns Handb. der Miner. II. S. 268. Freiesleben, Oryktographie III. S. 52. v. Gutbier, Zwickau, S. 81.

Thonige Schiefergesteine.

77. Var. **Schieferthon** (*Schieferletten, Glaise z. Th.*).

M. Thon, gewöhnlich mit Glimmer und Quarzsand. *Eisenkies.*

Ch. Kieselerde und Thonerde herrschen vor.

E. Schieferig, dicht oder erdig. Weifs oder farbig. Geschichtet.

Ü. In Mergelschiefer und Thonschiefer.

F. Niederschöna bei Freiberg.

B. Mehren Flötzformationen zugehörig.

L. Erläuter. II. 427, V. 292.

78. Var. **Kohlenschiefer** und **Brandschiefer.**

M. Thon, gewöhnlich mit Glimmer und Quarzsand und durch Kohle gefärbt. *Eisenkies, zuweilen mit Bitumen.*

Ch. Kieselerde und Thonerde herrschen vor, zuweilen mit Bitumen.

E. Schieferig, dicht oder erdig. Grau bis schwarz. Geschichtet. Oft mit Pflanzenabdrücken. Wenn Kohlenhaltig = Brandschiefer.

Ü. In Schieferthon.

F. Pottschappel und Döhlen bei Dresden. Zwickau.

B. Vorzugsweise der Steinkohlenformation angehörig.

L. Jahrb. 1837 S. 71. 1839 S. 189. v. Gutbier, Zwickauer Schwarzkohlengeb. S. 64.

79. Var. **Grauwackenschiefer.**

M. Thon, gewöhnlich mit Glimmer und Quarzsand. *Eisenkies.*

Ch. Kieselerde und Thonerde herrschen vor.

E. Schieferig, dicht, fester als die beiden vorigen. Grau, gelblich oder röthlich. Geschichtet.

Ü. In Grauwackensandstein und Thonschiefer.

F. Bräunsdorf bei Freiberg, Planitz bei Zwickau, Ziegenrück im Voigtlande, rother Berg bei Saalfeld.

B. Der Grauwackengruppe angehörig.

L. Erläuter. I., 62, II., 296, 318, III., 38.

80. Var. **Thonschiefer** (*Schiste argileux, Clay-slate, killas, z. Th. Dachschiefer, Chiastolitschiefer*).

M. — ? — *Chlorit, Chiastolith, Granat, Eisenkies.*

Ch. 60 — 65 Kieselerde, 15 — 18 Thonerde, 7 — 10 Eisenoxyd, 2 — 5 Talkerde mit Kalkerde, Kali, Kupferoxyd, Wasser und Kohle.

E. Schieferig, dicht, nicht sandig. Grau bis schwarz, gelblich, röthlich, grünlich. Oft parallel gefältelt. Wird Chiastolith sehr häufig, so nennt man das Gestein auch Chiastolithschiefer.

Ü. In Grauwackenschiefer, Glimmerschiefer, Wetzschiefer und Alaunschiefer.

F. Nossen bei Freiberg, Löſsnitz und Zwönitz im Erzgebirge, Lehesten am Thüringer Walde.

B. Der Grauwackengruppe angehörig und unter derselben.

L. Jahrb. 1835 S. 128. 1836 S. 369. 1837 S. 591. 1838 S. 181. Werner, Classification der Gebirgsarten, S. 10. BC. Th. S. 9. Erläuter. II., 259, V. 45, 49.

81. Var. **Wetzschiefer.** (*Novaculite, Schiste novaculaire.*)

M. — ? —

Ch. Vorherrschend Kieselerde und Thonerde.

E. Dicht, undeutlich schieferig. Gelblichweiſs, grau oder grünlichgrau. Geschichtet.

Ü. In Thonschiefer.

F. Seifersdorf bei Freiberg, Hölzeln bei Steinhaide und oberhalb Katzhütte am Thüringer Walde.

B. In und unter der Grauwackengruppe.

L. Freiesleben, Oryktographie IV., 126.

82. Var. **Hornfels** (*Trapp z. Th.*).

M. Wahrscheinlich ein hornsteinartig gewordener Thonschiefer. *Quarz, Eisenkies.*

E. Dicht, undeutlich, schieferig. Bruch muschelig oder splitterig. Grünlich oder grau bis schwarz. Sehr fest.

Ü. In Thonschiefer.

F. Wesenstein bei Dresden. Den Granit des Brockens und des Rammberges am Harz umgebend.

B. Anscheinend durch Einwirkung des Granites aus Thonschiefer entstanden.

L. Jahrb. 1835 S. 130. 1838 S. 181. 1839 S. 603.

83. Var. **Fleckschiefer** (*Knotenschiefer*, *Fruchtschiefer*).

M. Thonschiefer mit dunklen Flecken oder Knötchen.

E. Schieferig, mit Knötchen. Grau, grünlich, bläulich oder röthlich.

Ü. In Thonschiefer.

F. Altmannsgrün, Rebesgrün und Lengefeld im Voigtlande.

B. Anscheinend durch Einwirkung des Granites aus Thonschiefer entstanden.

L. Erläuter. II., 264, V., 49 u. 50.

84. Var. **Zeichnenschiefer** (*Schwarze Kreide*, *Ampélite graphique Shiste graphique*).

M. Thonschiefer mit viel Kohle. *Eisenkies.*

E. Erdig, schieferig. Schwarz abfärbend.

Ü. In Thonschiefer.

F. Haselbach am Thüringer Walde, Spanien (?).

B. Mit Thonschiefer vorkommend.

85. Var. **Alaunschiefer.** (*Aluminit*, *Schiste aluminifère*, *Alum-slate.*)

M. Thonschiefer mit Alaun und Kohlenstoffgehalt. *Eisenkies.*

E. Schieferig, meist wulstig oder gewunden. Schwarz, oft glänzend und von vielen Reibungsflächen durchschnitten.

Ü. In Thonschiefer und Kieselschiefer.

F. Kainsdorfer Mühle bei Zwickau, Reichenbach im Voigtlande.

B. Am häufigsten in der Grauwackengruppe.

L. Freiesleben in Lampe's Mag. f. Bergbauk. X. S. 8. Erläuter. II. S. 272. Freiesleben, Oryktographie IV., 110.

86. Var. **Schaalstein** (*Variolith z. Th.*, *Blatterstein*, *Kugelfels z. Th.*).

M. Hornblendehaltiger Thonschiefer mit Kalkspath. *Talk*, *Chlorit*, *Feldspath*, *Eisenkies.*

E. Dicht, schieferig, mandelsteinartig oder gefleckt. Selten durch Feldspath porphyrartig. Grün, gelblich, grau, braun.

Ü. In Aphanitschiefer und Thonschiefer.

F. Zelle bei Nossen, Diez und Dillenberg im Nassauischen.

B. Scheint durch Einwirkung von Grünstein auf Thonschiefer entstanden zu sein.

L. Jahrb. 1840 S. 460. Becher, Beschr. der Nassauischen Lande, S. 44. Stift, im Taschenb. für Min. I., 16. Erläuter. I., 60. Oppermann über Schaalstein und Kalktrapp, 1836.

Krystallinische Schiefergesteine.

87. **Chloritschiefer** (*Chlorite schisteux*, *chlorite-shist.*).

M. Astrites Lophoites oder Ogcoites, zuweilen mit Quarz oder Quarz und Feldspath gemengt. *Eisentalkspath*, *Apatit*, *Talk*, *Glimmer*, *Strahlstein* (*Amphibolus calamites*), *Diopsit*, *Epidot* (*E. dichromaticus*), *Turmalin*, *Titanit* (*T. milius*), *Idokras*, *Granat*, *Staurolith*, *Rutil*, *Magneteisenerz* (*Tesseranus subdurus und ferrosoferricus*), *Eisenkies*.

Ch. 25 — 26 Kieselerde, 18 — 19 Thonerde, 27 — 28 Eisenoxydul, 15 — 17 Talkerde, 9 — 10 Wasser.

G 2,9 — 3,0.

E. Schieferig, durch zufäll. Gemth. oft porphyrartig. Stets grünlich. Mit Quarz = chloritischer Glimmerschiefer. Mit Quarz und Feldspath = chloritischer Gneifs.

Ü. In Thonschiefer, Talkschiefer, Glimmerschiefer, Gneifs und Serpentin, z. Th. wohl nur scheinbar.

F. Wiersberg im Fichtelgebirge, in Tyrol besonders verbreitet.

B. Der Gruppe der krystall. Schiefergesteine angehörig. Wird von Einigen für ein Umwandlungsproduct gehalten.

L. Saussure, Voyages IV., 433. Jahrb. 1831 S. 93. 1833 S. 86. 1835 S. 215. 1843 S. 809. Freiesleben, Oryktographie IV., 201. Erläuter. II. S. 278.

88. **Itakolumit** (*Biegsamer Sandstein*, *Gelenkquarz*).

M. Quarzkörner durch Talk oder Chlorit verbunden. *Glimmer*, *Diamant*, *Magneteisenerz*, *Eisenglanz*, *Eisenkies*, *Gold?* *und Platin?*

E. Körnig und schieferig, fast sandsteinartig. Dünne Lagen biegsam. Weifs, grau oder gelblich.

Ü. In Chloritschiefer, Talkschiefer, Glimmerschiefer und Quarz?

F. Itakolumi und Minas Geraes in Brasilien.

B. Wird von Einigen für umgewandelten Sandstein gehalten.

L. Jahrb. 1841 S. 566. 1842 S. 459 und 605. Collini. Remarques sur la pierre élastique du Brésil, 1806. v. Humboldt, geognost. Versuch S. 94.

89. **Talkschiefer** und **Talkglimmerschiefer** (*Gestellstein*, *Topfstein*, *Stea-schiste*, *Talkose-shist*).

M. Talk (oder ein Asterglimmer), oft mit Quarz und Glimmer gemengt. *Eisentalkspath*, *Talkspath*, *Strahlstein*, *Granat*, *Schmirgel* (*Corundum aluminicum*), *Gahnit* (*Spinellus zincosus*), *Magneteisenerz* (*T. ferrosoferreus*), *Kipdelophan* (*Hexagonites axotomus*), *Eisenkies*.

E. Schieferig. Fettig anzufühlen. Weifs, gelb oder grünlich. Fettglänzend. Mit Quarz oder Quarz und Glimmer gemengt = Talkglimmerschiefer.

Ü. In Chloritschiefer, Itacolumit, Thonschiefer und Talkkalkschiefer, durch Talkglimmerschiefer in schieferigen Protogin (Protogingneifs).

F. Zillerthal, Gastein und Salzburg in Tyrol.

B. Der Gruppe der krystallinischen Schiefergesteine angehörig. Wird von Einigen für ein Umwandlungsproduct gehalten.

L. Jahrb. 1834 S. 564. 1838 S. 443. 1844 S. 72.

90. **Talkkalkschiefer.**

M. Talk und Kalkspath.

E. Schieferig.

Ü. In Talkschiefer.

B. Zu den krystallinischen Schiefersteinen gehörig.

L. v. Klippstein, Beitr. z. geogn. K. d. östl. Alpen, 1843.

91. **Kalkglimmerschiefer** u. **Cipollin** (*Zwiebelmarmor*, *Schiste micacé calcaire*.)

M. Kalkspath und Glimmer.

E. Schieferig und körnig.

Ü. In Glimmerschiefer und körn. Kalkstein.

F. Zaunhaus bei Altenberg, Euboea (antiker Cipollin).

B. Zu den krystallinischen Schiefergesteinen gehörig.

L. v. Klippstein a. a. O.

92. **Glimmerschiefer** (*Schiste micacé*, *mica-slate*, *micashiste*).

M. Glimmer (Phengites) und Quarz. *Ogkoit* (*Astrites Ogcoites*), *Disthen* (*D. obliquus*), *Feldspath*, *Hornblende*, *Andalusit*, *Schörl* (*Turmalinus amphibolicus*, *diploedricus und ferrosus*), *Granat* (*G. Almandinus*

und rimosus), *Staurolith* (*St. digonalis*), *Beryll*, *Rutil*, *Magneteisenerz*, *Eisenkies*, *Graphit*.

Ch. z. B. 46 Kieselerde, 7 Kalkerde, 3 Talkerde, 2 Thonerde u. noch 59 Glimmer.

E. Schieferig bis faserig, deutlich gemengt, oft porphyrartig durch zufällige Gemengtheile, zuweilen mit Linearparallelismus oder paralleler Fältelung. Grau, gelblich, grünlich u. s. w. Zuweilen geschichtet. Schieferung oft sehr gewunden

Ü. In Thonschiefer, Graphitschiefer, Kalkglimmerschiefer, Chloritschiefer und Gneifs. Auch in Turmalinschiefer.

F. Bräunsdorf und Memmendorf bei Freiberg, Adlerstein bei Lengefeld, Thum und Schwarzenberg im Erzgebirge.

B. Zu den krystallinischen Schiefergesteinen gehörig, welche von Einigen für Umwandlungsproducte gehalten werden.

L. Jahrb. 1833 S. 700. 1835 S. 216 u. f. 1838 S. 213. 1839 S. 107. 1841 S. 697. Werner, Classification d. Gebirgsarten, 10. Erläuter. I., 50 u. II, 79, 188.

93. Eisenglimmerschiefer.

M. Eisenglimmer (Hexagonites?) und Quarz. *Talk*, *Strahlstein*, *Disthen*, *Eisenglanzoctaeder*, *Eisenkies und Goldblättchen?*

Ch. Eisenoxyd und Kieselerde.

E. Körnig schieferig. Dunkelfarbig und durch Quarz weifs gestreift.

Ü. In Chloritschiefer?

F. Villa Rica und Marianna in Brasilien.

B. Wahrscheinlich zu den krystallinischen Schiefergesteinen gehörig.

L. v. Eschwege, geogn. Gemälde von Brasilien, S. 21.

94. Gneifs (*Gneiss*, *Kneiss*, *Augengneiss*, *Dichroitgneiss*).

M. Glimmer (Phengites), Quarz und Feldspath (F. Pegmatolithes oder Tetartinus). *Talk*, *Ogcoit* (*Astrites Ogcoites*), *Antholith und Hornblende* (*Amphibolus Antholithes und ferrosus*), *Dichroit* (*Dichroites rhombicus*), *Andalusit*, *Schörl* (*T. amphibolicus und ferrosus*), *Granat* (*G. Almandinus und rimosus*), *Staurolith*, *Allanit*, *Rutil*, *Eisenkies*, *Graphit*.

E. Schieferig oder flaserig. Grau, grünlich, gelblich, röthlich, auch fast schwarz. Zuweilen mit Linearparallelismus oder paralleler Fältelung. Manchmal treten abgerundete Feldspathkrystalle porphyrartig darin hervor = Augengneifs.

Mit viel Dichroit (bei Rochsburg in Sachsen) = Dichroitgneifs.

Ü. In Glimmerschiefer, Granit und schieferigen Protogin. Ferner in Graphitschiefer, Syenitschiefer.

F. Freiberg.

B. Zu den krystallinischen Schiefergesteinen gehörig, die von Einigen für Umwandelungsproducte gehalten werden. Der Dichroitgneifs scheint durch Einwirkung des Granulites entstanden zu sein. Am Nolhalaberge in Schweden kommt ein Gestein vor, in welchem der Glimmer des Gneifses durch Epidot oder Chlorit vertreten zu sein scheint. Man könnte es Epidotgneifs oder Chloritgneifs nennen.

L. Jahrb. 1833 S. 700. 1835 S. 210. 1836 S. 373. 1838 S. 211. 1839 S. 107. 1844 S. 96. Philosophical Magazine 1842 V. 21 p. 367. Werner, Classification der Gebirgsarten S. 8. Die übrige ältere Literatur unwichtig. BC. Th. §. 18. Erläuter. I., 24, 43, 45. 88, II., 24, 46, 70, III., 9, V., I., II. III. 5, 129.

Granitgesteine.

95. **Granit** (*Gebirgsgranit*, *porphyrartiger Granit*, *Schriftgranit*, *Pegmatit*, *Dichroitgranit*, *Eisengranit*, *Glimmertrapp*).

M. Glimmer (Phengites Lepidolithus oder hemidomaticus), Quarz und Feldspath (F. Pegmatolithes, Tetartinus, Periclinus, Oligoclasius und Polychromaticus). *Pennin (Astrites Penninus), schwarzer Glimmer, Hornblende, Disthen, Dichroit, Andalusit, Schörl, Topas, Granat (G. Almandinus und rimosus), Orthit, Gadolinit, Ittrotantalit, Rutil, Pyrochlor, Tantalit, Harttantalerz (Ildef. tantalicus), Magneteisenerz (Tess. ferrosoferricus), Hexagonites stylomorphicus, Eisenkies, Graphit.*

E. Körnig, oft zugleich porphyrartig Grau, gelblich, röthlich, bräunlich, auch dunkel. Massig. Durch Pechmatitkrystalle porphyrartig = Porphyrart. Granit oder Gebirgsgranit. Wenn der Glimmer in einzelne Nester zurücktritt und Feldspath sehr vorwaltet = Pechmatit, und wenn dabei Quarz und Feldspath schriftartig verwachsen sind = Schriftgranit. Im Böhmer Wald soll zuweilen der Quarz durch Dichroit verdrängt werden, man könnte dieses Gestein Dichroitgranit nennen. Bei Kirchberg im Erzgebirge wird der Glimmer durch Eisenglimmer vertreten, das Gestein liefse sich defshalb Eisengranit nennen. Der Glimmer-

trapp Naumann's ist wahrscheinlich ein sehr feinkörniger und glimmerreicher Granit mit wenig Quarz.

Ü. In Gneifs durch die Textur, Protogin durch Talkbeimengung, Syenit durch Hornblendebeimengung.

F. Bobritzsch bei Freiberg, Sparberge bei Meifsen, Keulenberg bei Königsbrück, Rammberg und Brocken am Harz, Carlsbad, Schneekopf und Ochsenkopf im Fichtelgebirge, Heidelberg. Mit Periklin, Schriftgranit an der Saualp; mit Oligoklas in der Lausitz, mit Labrador (F. Polychr.) bei Leutenberg am Thüringer Walde.

B. Zu den krystallinischen Massengesteinen gehörig. Den sogenannten Gebirgsgranit durchsetzen oft Granitgänge von etwas anderer Natur, z. B. von feinkörn. Granit mit Schörl oder von Schriftgranit. Durch Zersetzung des Granites entstand (z. B. bei Aue in Sachsen) Porzellanerde, die sich zu ihm ungefähr verhält wie Wacke zu Grünstein. Am häufigsten ist der Feldspath des Granites Pechmatit, zuweilen Pechmatit und Tetartin, die anderen Arten sind selten als Gemengtheile darin.

L. Jahrb. 1833 S. 633. 1834 S. 422. 1835 S. 105, 130, 205, 210. 1836 S. 373. 1837 S. 684. 1838 S. 214. 1840 S. 481, 720. 1842 S. 338. 1844 S. 95, 129, 207. Erdmann's Journ. f. prakt. Chem. 1842 B. 27 S. 183. Philosophical Magazine 1842 V. 21 p. 367. Erläuter. I., 15, II., 22, 46, 87, 127, 148, 165, 173, 180, III., 7, V., 10, 87, 112, 125. G. v. Leonhard — Gegend von Heidelberg, 1844. Die ältere Literatur über Granit als Gestein hat ihren wissenschaftlichen Werth gröfstentheils verloren. Glimmertrapp in den Erläuter. II., 96.

96. Miascit.

M. Feldspath (F. Pegmatolithes und Tetartinus), Glimmer (Astrites) und häufig Nephelin (Diacrinus nephelinus). *Apatit*, *Hornblende*, *Epidot*, *Davin* (*Diacrinus euclasticus*), *Sodalith*, *Titanit*, *Zirkon*, *Korund*, *Pyrochlor*, *Mengit* (*Jocorites tantalicus*), *Aeschinit* (*A. titanicus*), *Titaneisen* (*Hexagonites archigonus*), *Urano-Tantal* (*Rose*).

E. Körnig. Massig. Wird syenitartig durch Beimengung von Hornblende und etwas Quarz.

Ü. In Granit und Syenit.

F. Miask im Ilmengebirge.

B. Zu den krystallinischen Massengesteinen gehörig, von G. Rose zuerst bestimmt, vielleicht nur als eine Granitvarietät zu betrachten.

L. Jahrb. 1840 S. 710. 1844 S. 73. Poggend — Annal. 1839 B. 47 S. 375.

97. **Trappgranit.**

M. Oligoklas, Glimmer (Astrites) und Quarz.

E. Körnig. Granitähnlich. Der Oligoklas sieht wie mit Oel bestrichen aus.

F. Stockholm.

B. Ein krystall. Massengestein.

98. Var. **Protogin** und **Talkgneifs** (*Granite talqueux*).

M. Talk, Quarz und Feldspath (F. Pegmatolithes oder Tetartinus?). *Glimmer* (*Phengit*), *Schörl.*

E. Körnig und oft auch schieferig, dann Talkgneifs zu nennen. Gelblich oder grünlichgrau. Massig.

Ü. In Granit durch Glimmereinmengung.

F. Chamouny-Thal.

B. Zu den krystallinischen Massengesteinen gehörig und mit Granit ziemlich gleichbedeutend.

L. Jahrb. 1836 S. 376 u. 434. 1839 S. 107. 1812 S. 818. 1843 S. 822.

99. **Granulit** (*Weissstein*, *Leptinit*).

M. Feldspath (F. Pegmatolithes, auch Oligoclasius und Quarz. *Glimmer* (*Phengit?*) *Disthen*, *Granat* (*G. Almandinus?*)

Ch. z. B. 79 Kieselerde, 12 Thonerde, 1 Eisenoxyd, 6 Kali, 1 Wasser.

E. Körnig und oft auch schieferig. Weifs, gelblich, grau und fast schwarz. Massig oder plattenförmig (geschichtet?)

Ü. In Granit und Felsitfels.

F. Rofswein, Waldheim und Penig in Sachsen, Warth bei Carlsbad.

B. Zu den krystallinischen Massengesteinen gehörig. Name von Weifs, wegen der Aehnlichkeit mit Granit.

L. Jahrb. 1814 S. 511, 1818 S. 178, 1834 S. 88. Engelbrecht, kurze Beschreib. d. Weifssteines 1802. Erläuter. I., 9, und II., 19.

100. **Greisen** (*Hyalomicte granitoide*).

M. Quarz und Glimmer (Phengit). *Phengites coraxus.*

E. Körnig. Grau. Massig.

Ü. In Granit durch Feldspathbeimengung.

F. Altenberg und Zinnwald im Erzgebirge.

B. Zu den krystallinischen Massengesteinen gehörig.

101. **Schörlfels und Turmalinschiefer** (*Schörl-rock*, *Schörl-schiefer*).

M. Quarz und Schörl (Turm. amphibolicus, diploëdricus oder ferrosus). *Glimmer, (Phengit?), Zinnerz.*

E. Körnig oder breccienartig dadurch, dafs die Schörlkrystalle zerbrochen und durch Quarz wieder verbunden sind. Zuweilen schieferig = Turmalinschiefer. Meist massig, dunkel.

Ü. In Quarzfels und Topasfels, der Turmalinschiefer in Glimmerschiefer.

F. Himmelsfürst bei Freiberg, Beierfelder Viehweide bei Schwarzenberg, Bilin in Böhmen. Turmalinschiefer am Auersberge bei Eibenstock.

B. Zu den krystallinischen Massengesteinen gehörig.

L. Freiesleben, geogn. Arbeiten VI., 1 u. 64. Erläuter. II., 136, 201.

102. **Topasfels.**

M. Quarz, Schörl und Topas (Top. polymorphus), auch Steinmark. *Glimmer.*

E. Körnig - schieferig im Kleinen, breccienartig im Grofsen. Drusig. Massig.

Ü. In Schörlfels.

F. Schneckenstein bei Schöneck in Sachsen.

B. Zu den krystallinischen Massengesteinen gehörig.

L. Werner, Classification der Gebirgsarten, S. 15. v. Charpentier, mineral. Geographie, S. 309.

103. **Syenit und Syenitgneifs** (*Syenitschiefer*, *Hornblendegneifs*).

M. Feldspath (F. Pegmatolithes, selten Polychromaticus oder Oligoclasius), Hornblende (Amph. ferrosus), gewöhnlich mit etwas Quarz, Glimmer (Phengit) und Titanit (T. hemiprismaticus). *Chlorit, Epidot, Zirkon, Eisenkies, Gold?*

E. Körnig, seltener auch schieferig (= Syenitgneifs), zuweilen porphyrartig durch Feldspath. Röthlich oder grünlich. Massig.

Ü. In Granit (= Syenit - Granit) und Hornblendeschiefer, auch in hornblendehaltigen Gneifs.

F. Plauen und Moritzburg bei Dresden, Taubenheim bei Meifsen,

Berg Sinai, nicht Syene in Aegypten. Bei Scharfenberg unweit Meifsen mit Felsites Polychromaticus. Im Plauen'schen Grunde kommt auch Fels. microclinus darin vor.

B. Zu den krystallinischen Massengesteinen gehörig. Name von der alten Stadt Syene, obwohl dort nur Granit vorkommt.

L. Jahrb. 1831 S. 310. 1834 S. 16. 1838 S. 214. BC. Th. §. 56. Erläuter. V., 116 u. 406.

104. Var. **Zirkonsyenit.**

M. Feldspath (Fels. microclinus), Zirkon (Z. meroxenus) und Hornblende. *Pyrochlor, Kibdelophan.*

E. Körnig. Braun. Massig.

F. Zwischen Aggers-Elv und Hackedalen in Norwegen. Holsteenberg in Grönland.

B. Zu den krystallinischen Massengesteinen gehörig.

L. v. Buch, Reise nach Norwegen I. 133. Hausmann, Reise nach Skandinavien II., 103, V., 235.

105. **Hornblendefels** (*Amphibolit*).

M. Amphibolus ferrosus coracinus oder antholithus. *Glimmer, Epidot, Feldspath, Quarz, Granat, Magneteisenerz, Eisenkies.*

E. Körnig, massig, dunkelgrün bis schwarz.

Ü. In Hornblendeschiefer und Diorit.

F. Arendal, Kongsberg, Döhlau und Woja bei Hof.

B. Zu den krystallinischen Massengesteinen gehörig.

L. Jahrb. 1832 S. 389. 1833 S. 631 u. f.

106. Var. **Hornblendeschiefer** (*Shiste amphibolique, Hornblendeshist*).

M. Amphibolus ferrosus (vielleicht auch coracinus und antholithus). *Chlorit (Ogcoit?) Glimmer (Phengit?) Strahlstein (Amph. calamites) Epidot (E. eumetricus und Acanticonus) Feldspath (F. Pegmatolithes?) Quarz, Titanit (T. hemiprismaticus und milius?) Granat (G. Almandinus), Staurolith, Magneteisenerz, Eisenkies.*

E. Schieferig. Dunkelgrün bis schwarz. Geschichtet.

Ü. In Hornblendegestein, Syenitgneifs, Glimmerschiefer, Dioritschiefer, Aphanitschiefer.

F. Miltitz bei Meifsen, Münchberg im Fichtelgebirge, Deutsch-Brod in Böhmen.

B. Zu den krystallinischen Schiefergesteinen gehörig.
L. Jahrb. 1838 S. 212.

Grünsteine (*Grünsteinschiefer, Grünsteinporphyr, Grünsteinwacke, Grünsteintuff, Grünsteinbreccie, Trapp z. Th.*).

L. Jahrb. 1832 S. 308. 1837 S. 71. G. Rose in Pogg. Annal. XXXIV. S. 1.

107. **Gabbroit** (*Gabbro, Paulitfels z. Th.*).

M. Amphibolus metallophanus, Felsites Polychromaticus und *Pyroxenus Diaclasius.*

E. Grobkörnig. Grünlichgrau. Massig.

F. Loprese bei Bormio in Italien.

B. Ein krystallinisches Massengestein.

108. **Diorit und Dioritschiefer** (*incl. Kugelfels z. Th.*).

M. Hornblende (Amph. ferrosus oder coracinus?) und Tetartin (Felsites Tetartinus). *Glimmer (Astr. oder Pheng.?) Epidot, Quarz, Titanit, Rutil, Magneteisenerz, Eisenkies, Magnetkies.*

G. 2,79 — 2,88.

E. Körnig und auch schieferig. Dunkelgrün bis fast schwarz. Massig, knollig, kugelförmig, auch säulenförmig. Wenn dicht, siehe Aphanit.

Ü. In Aphanit und Aphanitschiefer, auch in Hornblendeschiefer und Wacke.

F. Rothenburg am Kiffhäuser, Rofstrappe am Harz, Mitweida in Sachsen, Stadtgraben bei Freiberg.

B. Ein krystallinisches Massengestein. Glimmer findet sich gewöhnlich nur dann im Diorit, wenn er glimmerhaltige Gesteine durchsetzt. Kugelfels hat man einen Diorit mit concentrisch schaliger Anordnung der Gemengtheile genannt. Name von διορίζω unterscheiden.

L. Jahrb. 1834 S. 16. 1836 S. 385. 1837 S. 600. 1838 S. 565 und 582. 1840 S. 460 und 708. Erläuter. I., 31. II., 33, 222. III., 19. V., 27. Die älteren Arbeiten sind in Beziehung auf Grünsteine durch G. Rose's oben citirte Abhandlung gröfstentheils unbrauchbar geworden.

109. **Gabbro** (*Paulitfels z. Th., Hypersthenfels, Euphodit, Schillerfels z. Th.*).

M. Hypersthen (Pyroxenus metallophanus) und Labrador (Felsites Polychromaticus). *Glimmer (Astrites?), Granat (?), Eisenkies, Kibdelophan.*

E. Grobkörnig und auch etwas schieferig. Grünlich. Massig.
Ü. In Diabas.
F. Paulsmühle bei Penig in Sachsen, Siebenlehn bei Freiberg, Baste am Harz, Neurode in Schlesien.
B. Ein krystallinisches Massengestein.
L. Jahrb. 1836 S. 387. Erläuter. V., 23.

110. **Diabas und Diabasschiefer** (*Hyperit*, *Hypersthenfels z. Th.*).
M. Augit (Pyrox. trappicus oder coracinus?) und Labrador od. Tetartin (Fels. Polychromaticus oder Tetartinus). *Glimmer? Quarz? Magneteisenerz, Eisenkies, Magnetkies.*
E. Körnig und auch schieferig. Dunkelgrün bis schwarz. Massig, knollig, wulstig, kugelförmig, säulenförmig. Wenn dicht, siehe Aphanit.
Ü. In Aphanit, Aphanitschiefer und Wacke.
F. Buchau bei Neurode in Schlesien, Heinrichsklippe beim Mägdesprung am Harz, Treseburg bei Blankenburg, Ilkendorf bei Wendisch-Bora unw. Nossen.
B. Ein krystallinisches Massengestein. Glimmer und Quarz findet sich vielleicht nur dann im Diabas, wenn er Glimmer und quarzhaltige Gesteine durchsetzt.
L. Jahrb. 1835 S. 131. 1836 S. 386. 1838 S. 184. 1839 S. 594. Erläut. V., 73.

111. Var. **Aphanit und Aphanitschiefer** (*Aphanitporphyr*, *Aphanitmandelstein*, *Trappporphyr z. Th.*, *Hornfels z. Th.*, *basaltartiger Grünstein*).
M. Augit oder Hornblende und Labrador oder Tetartin. *Epidot (deutet auf Hornblende), Quarz, Magneteisenerz, Eisenkies, Magnetkies.*
E. Dicht, schieferig, porphyrartig durch Hornblende, Augit und Tetartin, blasig, mandelsteinartig. Grün bis schwarz. Massig, knollig, wulstig, kugelförmig, säulenförmig, plattenförmig.
Ü. In Diorit und Diabas.
F. Ebergrund bei Tharand, Berneck und Lichtenberg im Fichtelgebirge.
B. Der Aphanit ist nur der dichte Zustand von Diorit oder Diabas, man kann in ihm die Gemengtheile nicht mehr erkennen, sein Zugehören zu dem Einen oder zu dem Anderen also nur dann bestimmen, wenn er damit verbunden ist. Körnige deutlich gemengte Gesteine sind seltener porphyrartig, blasig od.

mandelsteinartig als dichte; daher gehören diese Zustände meist hierher und werden nur sehr selten an deutlichem Diorit oder Diabas beobachtet. Name von ἀφανίζειν, verschwinden (der Gemengtheile).

L. Jahrb. 1834 S. 38 (könnte Chloritschiefer sein). Erläuter. III., 19 u. f. II., 274. BC. Thar. S. 17. Stift im Taschenbuch für Min. I. S. 13.

112. Var. **Wacke** (*Grünsteinwacke*, *Mandelsteinwacke*, *Walkerde z. Th.*).

M. Wahrscheinlich ein zersetzter Zustand von Diorit, Gabbro, Diabas oder Aphanit.

E. Dicht oder undeutlich körnig, erdig, undeutlich schieferig, porphyrartig, blasig oder mandelsteinartig. Gelblich- oder grünlichbraun. Massig, knollig oder kugelförmig.

Ü. In Diorit, Gabbro, Diabas und Aphanit.

L. Erläuter. III., 26.

113. Var. **Walkerde** (*Terre à foulon*, *Fuller's earth*).

M. Smectites fusilis.

Ch. Kieselerde, Thonerde, Kalkerde, Talkerde und Eisenoxyd.

E. Erdig. Etwas fettig anzufühlen. Grünlich. In Wasser zerfallend.

F. Cilly in Untersteiermark, Siebenlehn bei Freiberg.

B. Dürfte meist durch Zersetzung von Grünsteinen entstanden sein, kommt aber auch in Flötzformationen vor.

L. Jahrb. 1837 S. 458. Freiesleben, Oryktographie V., 163.

114. Var. **Grünsteintuff.**

M. Die Bestandtheile eines der vorstehenden Grünsteine, aber undeutlich, vielleicht mit anderen Theilen, und nicht krystallinisch verbunden.

E. Dicht bis erdig, fast sandsteinartig. Grünlich bis braun. Massig oder undeutlich geschichtet.

F. Planschwitz bei Plauen im Voigtlande.

B. Wohl durch Einwirkung des Wassers bei Grünsteineruptionen entstanden.

115. Var. **Grünsteinbreccie.**

M. Aphanit mit Bruchstücken oder Geschieben von Thonschiefer und Aphanit, Diorit oder Diabas.

E. Breccienartig. Grünlich. Massig.
Ü. In Aphanit ohne Bruchstücke.
F. Ebergrund bei Tharand, Altschönfels bei Zwickau.
B. Ist als ein Product der Reibung zwischen Aphanit und dem durchbrochenen Gestein zu betrachten.
L. Jahrb. 1839 S. 97. BC. Thar. §. 14. v. Gutbier, Beschr. von Zwickau, 1834 S. 56. Erläuter. II., 326.

Anhang (*den Grünsteinen geognostisch verwandte Gesteine*).

116. **Grönfels.**
M. Amphibolus peridomus, Felsites Pegmatolithes und Eudiolith.
E. Körnig.
F. Kangerdluarsuk in Grönland.

117. **Erlan.**
M. Erlan.
E. Dicht, sehr fest, gelblichgrau oder grünlich. Massig.
F. Paulsknochen bei Schwarzenberg.
L. Erläuter. II., 239.

118. **Utöfels.**
M. Spodumen (Pyroxenus lithyonicus), Pechmatit, Quarz und Schörl.
E. Körnig.
F. Utö bei Stockholm.

119. **Spodumenfels.**
M. Spodumen (Pyrox. oligus), Glimmer (Phengit) und Quarz.
E. Körnig.
F. Sterzing in Tyrol.

120. **Norit.**
M. Feldspath (Fels.?) und Kibdelophan (Hexagonites axotomus).
E. Körnig. Massig.

121. **Uralfels.**
M. Cuboit (C. paradomus) und Magneteisenerz.
E. Körnig.
F. Goroblagodatsk am Ural.

122. **Granatfels.**

M. Granat (G. Aplomus), oft mit Hornblende (Amph. ferrosus?) und Magneteisenerz.

E. Körnig. Grünlichbraun. Massig.

F. Teufelsstein und Klobenstein bei Schwarzenberg.

L. Erläuter. II., 225 und 238.

123. **Eklogit** (*Omphazitfels*, *Smaragditfels*).

M. Strahlstein (Amph. calamites), Granat (G. Hessonites) und oft Omphazit. *Glimmer (Phengit), Zoisit, Epidot, Quarz, Eisenkies, Magneteisenerz.*

Var. von Teinach. Omphazit, Strahlstein, Granat (G. Hessonites), Distolit und Disthen.

Var. von der Saualp. Zoisit, Strahlstein, Granat (G. Hessonites), Quarz, Korinthin und Disthen.

E. Körnig und schieferig, beinah faserig, durch Granat porphyrartig. Grün mit rothen Flecken. Massig oder undeutlich plattenförmig.

F. Weifsenstein, Eppenreuth und Fattigau im Fichtelgebirge, Teinach am Bacher und Saualp in Steiermark.

B. Ein krystallinisches Massengestein. Der Name von ἐκλογή, Auswahl (Haüy).

L. Goldfufs u. Bischof, Beschreib. d. Fichtelgeb. II., 183. Jahrb. 1843 S. 178. Erläuter. II., 100.

124. **Serpentin** (*Ophit z. Th.*).

M. Serpentin (?). *Glimmer (Astrites), Talk, Strahlstein, Diaklas, Broncit, Periklin, Pyrop, Magneteisenerz.*

G. 2,4 — 2,6.

E. Dicht, zuweilen etwas schieferig. Oft porphyrartig durch Pyropen. Meist grünlich, aber auch röthlichgelblich, grau, schwarz, geadert und geflammt. Oft schneidbar, fettig anzufühlen. Massig, knollig, kugelförmig, säulenförmig, plattenförmig.

Ü. In Hornblende- und Augitgesteine.

F. Zöblitz und Waldheim in Sachsen, Einsiedel bei Carlsbad, Peterlestein im Fichtelgebirge.

B. Entstand vermuthlich durch Umwandlung eines Amphibol oder

Pyxorengesteins oder durch besondere Einwirkung auf dasselbe bei seiner Entstehung. Name von Serpens, Schlange, wegen der Färbung.

L. Jahrb. 1832 S. 239. 1833 S. 695. 1835 S. 720. 1836 S. 213. 1837 S. 600. 1838 S. 432 und S. 529. Werner, Classification der Gebirgsarten, S. 14. Erläuter. I., 35. II., 30, 112. V., 25, 70. Freiesleben, Oryktographie VI., 1.

Augitgesteine (*Basaltgebilde*).

125. **Augitfels** (*Pyroxène en roche, L'herzolith*).

M. Augit (Pyroxenus). *Talk, Hornblende (?), Turmalin (?).*

E. Körnig bis dicht. Grünlichbraun bis schwarz. Massig.

Ü. Durch Aufnahme von Labrador in Melaphyr.

F. Thal von Vicdessos und Berg Ronciè in den Pyrenäen.

B. Zu den krystallinischen Massengesteinen gehörig.

L. Lelièvre, Journ. de Physique XXX., 397 und 398. v. Charpentier, Journ. des Mines XXXII, 321.

126. **Melaphyr** (*z. Theil Mandelstein, schwarzer Porphyr, Augitporphyr, Porphyrit z. Th., Uralitporphyr und Labradorporphyr, Basaltit, Pseudoporphyr*).

M. Augit (Pyroxenus trappicus) und Feldspath (Fels. Polychromaticus od. Oligoclasius). *Glimmer (Astr. trappicus od. meroxenus).*

G. 2,77. (Uralitporph. = 2,9 — 3,1, Labradorporph. = 2,87 — 2,9.)

E. Dicht, oft porphyrartig durch Pyroxen- oder Labradorkrystalle, selten körnig (dann kaum von Dolerit zu unterscheiden). Die dichten Abänderungen sehr oft blasig oder mandelsteinartig. Die Mandeln zuweilen von regelmäfsiger Gestalt, ausgef. mit Grünerde, Kalkspath, Achat, Quarz, Stilbit u. s. w. Meist grünlich, braun bis schwarz. Massig, kugelförmig, säulenförmig.

Ü. In Augitfels s. d., und Dolerit s. d., in Wacke durch Zersetzung.

F. Königsmühle und Pottschappel (?) bei Dresden, Fassathal.

B. Zu den krystallinischen Massengesteinen gehörig.

L. Jahrb. 1834 S. 421, 425. 1836 S. 387. 1840 S. 549. 1844 S. 78. Erläuter. II. 427, 447.

127. Var. **Melaphyrwacke** (*Toadstone z. Th.*).

M. Zersetzter Melaphyr.

E. Erdiger (zersetzter) Melaphyr, der ungefähr, nur weniger

deutlich, dieselben Texturverhältnisse zeigt wie das frische Gestein.

Ü. In Melaphyr.

F. Kainsdorfer Mühle bei Zwickau (?).

B. Ein zersetzter Zustand des Melaphyr.

L. v. Gutbier, Zwickau S. 44 (?).

128. **Dolerit und Anamesit** (*basaltischer Grünstein*), (*Trapp z. Th.*, *Graustein*).

M. 45 Augit (Pyrox. trappicus), 48 Labrador (Fels. Polychromaticus) und Magneteisenerz (Tess. trappicus). *Rubellan* (*Astr. trappicus*), *Apatitnadeln*, *Hornblende* (*Amph. basalticus*), *Ittnerit*, *Nephelin*, *Olivin*, *Marmolith*.

Ch. Enth. 51—53 Kieselerde.

G. 2,86.

E. Körnig bis feinkörnig (Anamesit), selten blasig (in Doleritlava überg.). Grau bis schwarz. Massig, knollig, kugelförmig, säulenförmig.

Ü. In Melaphyr und doleritische Lava, auch in Nephelindolerit und Basalt.

F. Gr.-Zschirnstein bei Schandau, Kl.-Priesen bei Aufsig in Böhmen, Meifsner in Hessen, Kaiserstuhl im Breisgau.

B. Zu den krystallinischen Massengesteinen gehörig, besonders häufig isolirte Kegelberge bildend. Name von δολερός, täuschend.

L. v. Leonhard's Basaltgebilde I., 144. Abich, geol. Beobacht. üb. d. vulk. Erschein. Bd. I. L. l. Jahrb. 1835 S. 158. 1843 S. 213. Poggend., Annal. 1841. B. 54 S. 557.

129. Var. **Doleritlava** (*Graustein z. Th.*).

M. 50—55 Labrador, 35—45 Augit, 8 Olivin, 3 Magneteisen.

Ch. Enthält 50 Kieselerde.

G. 2,9.

E. Feinkörnig bis dicht, blasig. Grau bis schwarz. Massig, säulenförmig.

Ü. In Dolerit.

F. Aetna, Stromboli.

B. Meist als Lavastrom, füllt jedoch auch Gangspalten aus. Bildet auch einzelne Schlackenstücke, Lapilli und vulkanische Asche.

L. Abich a. a. O. Cordier, Journ de Phys. LXXXIII., 135 und 285.

130. **Nephelindolerit** (*Nephelinfels*).

M. Augit, Nephelin und etwas Magneteisenerz. *Labrador, Leuzit.*

E. Körnig. Grau bis schwarz. Massig, kugelförmig u. säulenf.

Ü. In Dolerit.

F. Löbauer Berg in der Lausitz, Meiches im Vogelsgebirge.

B. Zu den krystallinischen Massengesteinen gehörig.

L. Jahrb. 1841 S. 716 und 717. v. Leonhard's Basaltgebilde I., 158. Erläuter. III., 58. IV., 102. Poggend. Ann. 1841. B. 54 S. 557.

131. **Basalt** (*Basanit*, *Trapp z. Th.*, *basaltischer Mandelstein*).

M. Augit (P. trapp.) mit Labrador oder Mesolith (Mesot. medius), Magneteisenerz und Olivin. *Rubellan* (*Astr. trappicus*), *Hornblende* (*Amph. basalticus*), *Hyazint* (*Zirconus eumetricus*).

Ch. 50 — 52 Kieselerde, 10 — 12 Thonerde, 10 — 11 Eisen- und Manganoxyd, 10 — 16 Kalkerde, 8 — 9 Talkerde, 8 — 9 Kali.

G. 2,8 — 3,2.

E. Dicht, porphyrartig durch Augit, Hornblende oder Olivin, blasig oder mandelsteinartig = basaltischer Mandelstein, dessen Blasenräume gewöhnlich mit Kalkspath, Aragon, Desmin, Mesotyp, oder Philipsit ausgefüllt sind. Schwarz oder dunkelgrau. Säulenförmig, kugelf., knollig, plattenf. oder massig. Zuweilen körnig, aber nicht durch deutliches Hervortreten der Gemengtheile wie im Dolerit, sondern durch eine Art Absonderung der Masse.

Ü. In Dolerit und basaltische Lava.

F. Landberg und Ascherhübel bei Tharand, Stolpen in Sachsen.

B. Zu den krystallinischen Massengesteinen gehörig, besonders häufig Gangspalten ausfüllend und isolirte Kegelberge bildend. Wie es Nephelindolerit giebt, so wird es wahrscheinlich auch Nephelinbasalt geben. Name aus dem Aethiopischen von bselt, bsalt oder bsul, gekocht.

L. v. Leonhard's Basaltgebilde I., 127. Abich a. a. O. Jahrb. 1833 S. 455. 1837 S. 48. 1839 S. 106 und 206. 1840 S. 369, 604. 1841 S. 666. 1842 S. 335, 835. 1844 S. 110. Poggend. Ann. 1841 Bd. 54 S. 557. Ausg. Jahrb. 1842 S. 728. v. Humboldt, über Basalte am Rhein 1790. Erläuter. III., 58. IV., 101. II., 473, 479, 481, 483, 485.

132. Var. **Basaltlava** (*Lapille und vulkanische Asche z. T.*).

M. Poröse Basaltmasse mit denselben Beimengungen.

E. Dicht, blasig bis schlackig. Grau bis schwarz. Massig, kugelförmig, säulenf. Selten zugleich porphyrartig.

Ü. In Basalt.

F. Mosenberg und Bertrich in der Eifel, Kammerbühl bei Eger. Aetna.

B. Meist als Lavastrom oder Spalten ausfüllend. Bildet auch einzelne Schlackenstücke, Lapilli und vulkanische Asche.

L. Jahrb. 1837 S. 48. 1834 S. 311. Erläuter. IV., S. 85.

133. Var. **Basaltwacke** (*Eisenthon*, *Wackenthon*, *Mandelstein z. Th.*, *Toadstone z. Th.*).

M. Zersetzter Basalt.

E. Erdiger (zersetzter) Basalt, der übrigens ungefähr dieselben Texturverhältnisse zeigt wie der frische Basalt. Zuweilen sind die porphyrartigen Krystalle darin noch frisch. Gelblich, braun oder grau.

Ü. In Basalt.

F. Zwischen Stabig und Bachelsdorf bei Tetschen, Paskepole in Böhmen. Ober-Seifersdorf und Neu-Berthelsdorf in der Oberlausitz. Auch am Landberg bei Tharand.

B. Ein zersetzter Zustand des Basaltes.

L. v. Leonhard's Basaltgeb. I., 167. Werner in Hoffmann's Handbuch der Min. II., 2. Abth. S. 175. Erläuter. IV., 103. II., 473, 482. Freiesleben, Oryktographie V., 67 und 89.

134. Var. **Basalttuff u. vulkanischer Tuff** (*Peperin*, *Pausilipptuff z. Th.*, *Trapptuff*).

M. Die Bestandtheile basaltischer Gesteine und Fragmente derselben, aber nicht krystallinisch und ziemlich locker verbunden.

E. Dicht, erdig, sandstein- bis conglomeratartig. Massig oder undeutlich geschichtet.

Ü. In Basaltconglomerat.

F. Bei Falkenau und bei Schlackenwerth in Böhmen.

L. Jahrb. 1834 S. 310. 1839 S. 330. 1841 S. 843. v. Leonhard's Basaltgeb. I. 310. v. Buch, geogn. Beobacht. II., 30, 70, 197. und Taschenbuch f. Min. XV., 457.

135. Var. **Basaltconglomerat.**

M. Basalt, Wacke oder Basalttuff mit Geschieben von Basalt od. älteren Gesteinen.

E. Conglomerat- bis breccienartig. Man könnte hier noch Rei-

bungsconglomerat, wo fester Basalt oder Wacke als Bindemittel dienen, und Tuffconglomerat unterscheiden.

Ü. In Basalttuff und Basalt.

F. Zwischen Stabig und Bachelsdorf bei Tetschen und bei Schlackenwerth in Böhmen.

L. Erläuter. IV., 103. Jahrb. 1841 S. 813. v. Leonhard's Basaltgebilde I. S. 310.

136. **Leuzitfels und Leuzitporphyr.**

M. Leuzit (Alcalites Leuzites) und Augit.

Ch. Enth. 52 Kieselerde.

G. 2,8.

E. Dicht oder etwas körnig, oft porphyrartig durch Leuzitkrystalle. Massig.

Ü. In Leuzitlava.

F. Rieden bei Coblenz, Roccamonfina und Somma bei Neapel.

B. Bildet selbstständige vulkanische Hügel und auch Lavaströme.

L. Abich, geol. Beobacht. ü. d. vulk. Erschein. B. I. L, 1.

137. Var. **Leuzitlava** (*Graustein z. Th.*).

M. Leuzit, Augit und meist etwas Magneteisenerz. Sodalit.

Ch. Enth. 48—53 Kieselerde.

E. Dicht, zuweilen blasig.

Ü. In Leuzitfels.

F. Vesuv.

B. Bildet Lavaströme und füllt Spalten aus. Diese Leuzitgesteine werden wohl auch ihre Wacke und ihren Tuff haben.

L. v. Leonhard's Basaltgebilde I., 160. Jahrb. 1837 S. 257. 1839 S. 91.

Porphyre (*Felsitgesteine*).

138. **Syenitporphyr.**

M. Feldspath (F. Pegmatolithes), Hornblende (A. ferrosus?) u. meist auch Quarz.

E. Dichte oder etwas körnige Felsitmasse mit Hornblendetheilen, porphyrartig durch Feldspathkrystalle und oft auch Quarzkrystalle. Gelblich, röthlich, bräunlich und grünlich. Massig.

F. Frauenstein und Altenberg im Erzgebirge, Dippelsdorf bei Moritzburg unweit Dresden.

B. Zu den krystallinischen Massengesteinen gehörig.

L. Erläut. V. S. 413.

139. **Porphyr** (*Felsitporphyr*, *rother Porphyr*, *Helleflinta*, *Hornstein-*, *Feldstein- und Thonsteinporphyr*, *Quarz- und Glimmerporphyr*, *Mühlsteinporphyr*, *rother Porphyr*).

M. Feldspath (F. Pegmatolithes oder Tetartinus) und Quarz, auch Glimmer (Phengites?). *Granat*, *Eisenkies*.

Ch. 70—80 Kieselerde, 13—14 Thonerde, 5 Kali.

E. Dichte Felsitmasse (dem Felsit dieser Grundmasse ist zuweilen noch Kieselerde, Eisenoxyd, Amphybol oder dergl. innig beigemengt und dadurch sowohl Härte als Farbe sehr modificirt), porphyrartig durch Krystalle von a) Quarz und Feldspath = Quarzporphyr, b) Glimmer und Feldspath = Glimmerporphyr oder Quarz, Glimmer und Feldspath oder auch nur Feldspath. Durch drusige Räume mit Quarzkrystallen oder durch Zerstörung der Quarz- oder Feldspathkrystalle entsteht ein rauhes poröses Gestein = Mühlsteinporphyr. Selten schieferig. Meist gelblich, röthlich oder bräunlich. Massig, säulenförmig oder plattenförmig.

Ü. In Pyromerid und Felsitfels.

F. Quarzporphyr: Löſsnitz und Muldner Hütte bei Freiberg, Tharander Wald, Meiſsen, Gibiechenstein bei Halle, Donnersberg in Rheinbaiern. Glimmerporphyr: Stützerbach bei Ilmenau, Zschanitz bei Groſsenhain. Mühlsteinporphyr: Frankenhain am Thüringer Walde.

B. Zu den krystallinischen Massengesteinen gehörig. Die Varietäten, Hornstein-, Feldstein- und Thonsteinporphyr sind wahrscheinlich nur durch den Zustand, nicht durch die Art ihrer Zusammensetzung verschieden. Die übrigen Varietäten werden sich vermuthlich z. Th. noch bestimmter sondern lassen.

L. v. Buch, geogn. Beobacht. I., 56, 260, 270, und Taschenb. 1824. v. Beust, Porphyrgebilde, S. 16. BC. Th. §. 26 und 27. Erläuter. I., 104—122 und 137. II., 89, 215, 282, 380, 441. V., 89, 141, 421. Jahrb. 1832 S. 388. 1833 S. 180. 1839 S. 27 und 605. 1842 S. 329. 1844 S. 202. Karstens, Arch. B. 17. S. 387.

140. Var. **Pyromerid** (*Kugelporphyr, Variolith, Porphyr globuleux, Porphyre Napoleon*).

M. Feldspath (F. Pegmatolithes) und Quarz. *Brauneisenstein (vielleicht aus Eisenkies entstanden).*

E. Dicht, mit kugelförmigen Ausscheidungen, selten zugleich porphyrartig. Gelblich, röthlich, bräunlich. Massig.

Ü. In Porphyr.

F. Ozani auf Korsika. Hierher dürften auch gewisse Porphyre mit erbsen- bis kopfgrofsen, theils dichten, theils drusigen Kugeln von Ilmenau am Thüringer Wald und von Höchstedt im Fichtelgebirge zu rechnen sein.

B. Zu den krystallinischen Massengesteinen gehörig. Name von πῦρ, Feuer und, μερίς, Theil.

L. v. Monteiro, Journ. des Mines XXXV., 347, 407.

141. Var. **Felsitfels** (*Eurite, Petrosilex*).

M. Feldspath (F. Pegmatolithes). *Vielleicht mit Quarz, Eisenoxyd oder etwas Amphybol.*

E. Dicht. Sehr fest. Gelblich, röthlich, grau oder grünlich. Massig.

Ü. In Porphyr durch Aufnahme von Krystallen.

F. Bellmannsloos bei Tharand.

B. Ein krystallinisches Massengestein.

L. BC. Th. §. 21.

142. **Felsittuff** (*Thonstein*).

M. Thonstein. *Glimmer, Quarzkörner.*

Ch. Kieselerde und Thonerde herrschen vor.

E. Dicht bis erdig. Bunt. Massig oder geschichtet, auch breccienartig.

Ü. In Thon, Porphyr und Porphyrbreccie.

F. Gückelsberg bei Oederan, Zeisigwald bei Chemnitz.

B. Dürfte oft sich zum Porphyr verhalten wie der Trachyttuff zum Trachyt, Basalttuff zum Basalt u. s. w.

L. Erläuter. I., 122. II., 318, 434. Freiesleben, Oryktographie IV., 84.

143. Var. **Porphyrbreccie und Porphyrconglomerat** (*Porphyrreibungsconglomerat*).

M. Porphyrgrundmasse mit Fragmenten oder Geschieben von älteren Gesteinen, welche selbst Porphyre sein können.

E. Breccien- oder conglomeratartig. Massig.
U. In Porphyr mit einzelnen Fragmenten.
F. Ebergrund bei Tharand, Oederan bei Freiberg.
B. Ist als Reibungsproduct des Porphyrs zu betrachten.
L. BC. Th. §. 28.

144. **Pechstein und Pechsteinporphyr** (*Stigmite*, *Pierre de Poix*, *Pitchstone*).

M. Pyrogonus resinaceus, oft mit Quarz, Ryakolith und Obsidian. *Glimmer*, *Hornblende*, *Augit*, *Nephelin*, *Anthrazit*.
Ch. 72—73 Kieselerde, 11—12 Thonerde, 8 Wasser und Bitumen.
G. 2,26—2,3.
E. Glasartig, zuweilen porphyrartig durch Quarz und Ryakolith. Gelb, roth, braun, grün, schwarz, grau. Massig. Gewöhnlich Kugeln von Porphyr oder Felsit (Sphärolith) einschliefsend.
Ü. In Perlstein.
F. Buschbad bei Meifsen, Mohorn und Spechtshausen bei Tharand (der porphyrartige), Planitz bei Zwickau, Schemnitz und Kremnitz in Ungarn. Insel Skye und Arran.
B. Ein Massengestein.
L. Werner in Hoffmann's Handb. der Min. II., 202. Beudant, Voyage min. en Hongrie II., 585. BC. Th. §. 29, 52 und 54. v. Gutbier, Zwickau S. 93. Knox, Philos. Transact. 1822. II., S. 313. Jahrb. 1833 S. 195, 321. 1834 S. 422. 1837 S. 682. Freiesleben, Oryktographie III., 90. Erläut. II., 451.

145. Var. **Perlstein** (*z. Th. Sphärolith*, *Perlith*).

M. Pyrogonus margaris. *Glimmer*, *Feldspath*, *Quarz*, *Obsidian*, *Granat*.
Ch. Enth. 72—73 Kieselerde.
G. 2,39.
E. Glasartig und fast oolithisch. Meist grau, doch auch braun u. s. w. Massig. Oft kleine Felsitkugeln umschliefsend, dann auch Sphärolith genannt.
Ü. In Pechstein.
F. Schemnitz in Ungarn, Ponza-Inseln, Lorro de los Moyajas und Zimapan in Mexiko.
B. Ein Massengestein.
L. Beudant, Voyage en Hongrie III., 360. Jahrb. 1833 S. 196. 1834 S. 456. Abich, geol. Beobacht. über d. vulk. Erschein. B. I., L. 1.

146. **Obsidian und Obsidianporphyr** (*Glasachat, Stigmit z. Th.*).

M. Pyrogonus Obsidianus, zuweilen mit Ryakolith. *Glimmer* (?), *Quarz.*

Ch. Enth. 60 Kieselerde.

G. 2,6.

E. Glasartig, zuweilen porphyrartig durch Ryakolith, auch blasig. Grau, braun, grün, schwarz.

Ü. In Bimsstein.

F. Liparische Inseln, Schemnitz, Tokei und Telke Bánya in Ungarn, Krabla Jokul auf Island.

B. Am häufigsten ein Product der noch thätigen Vulkane. Name von Obsidius (einem Römer).

L. v. Humboldt, Reise in die Aequinoctialgegenden I., 233. Cordier, Journ. de Phys. LXXXIII. p. 301. Jahrb. 1833 S. 195. 1836 S. 80. 1837 S. 589. 1838 S. 335. 1841 S. 115. Abich a. a. O.

147. Var. **Bimsstein u. Bimssteinconglomerat** (*Pumex Vulcani, Ponce, Pumite, Pinsten*).

M. Pyrogonus Obsidianus, oder blasiger Trachyt. *Glimmer* (*Astrit*), *Augit, Ryakolith, Leuzit. Hauyn, Magneteisenerz.*

Ch. Enth. 61 — 71 Kieselerde.

G. 2,4.

E. Glasartig und höchst porös (bimssteinartig), dadurch zuweilen sehr leicht. Meist gelblichgrau. Conglomerat- oder breccienartig = Bimssteinconglomerat.

Ü. In Obsidian oder Trachyt.

F. Liparische Inseln, Cotopaxi in Mexiko.

B. Wie der meiste Bimsstein ein blasiger Obsidian ist, so dürfte einiger ein blasiger Trachyt sein. Name von pumex (spuma, Schaum).

L. Nose, oryktograph. Briefe über d. Siebengeb. I., 254. Dolomieu, Voyage aux iles de Lipari. Jahrb. 1837 S. 590. 1838 S. 171. 1839 S. 94. Abich a. a. O.

148. **Trachyt u. Domit** (*Trappporphyr, Piperno z. Th., Trachyt granitoid*).

M. Ryakolith und Tetartin. *Glimmer* (*Astrites*), *Augit, Hornblende, Magneteisen, Titanit.*

Ch. Enth. 65 — 66 Kieselerde.

G. 2,68. (Domit = 2,63.)

E. Körnig bis erdig, porphyrartig, auch blasig. Meist hellfarbig oder grau. Massig. Im zersetzten Zustande Domit genannt.

Ü. In Obsidian und Trachytporphyr.

F. Grafenbruch bei Frankfurt am Main, Drachenfels bei Bonn, Montabaur, Insel Panoria, Pui de Dome.

B. Ein krystallinisches Massengestein. Domit verhält sich zum Trachyt etwa wie Wacke zu Grünstein. Tritt auch als Lava auf. Name von τραχύς, rauh (Haüy).

L. v. Buch, geognost. Beobacht. II. 243. Taschenbuch für Mineral. XV., 402, 421 und 458. Jahrb. 1833 S. 570. 1835 S. 349. 1836 S. 420, 425. Abich a. a. O.

149. Var. **Trachytporphyr** (*Trachyt porphyroide*).

M. Felsit- (Tetartin-?) Grundmasse mit Ryakolith, Quarz oder Glimmerkrystallen. *Hornblende, Augit.*

Ch. Enth. 69 — 70 Kieselerde.

G. 2,57.

E. Porphyrartig durch Ryakolith, Quarz und Glimmer in dichtem Felsit.

Ü. In Trachyt.

F. Hliniker Thal in Ungarn, Ponza-Inseln.

B. Ein krystallinisches Massengestein.

L. Beudant, Voyage min. en Hongrie (an vielen Stellen, bes. Bd. III.). Abich a. a. O.

150. **Trachy-Dolerit.**

M. 75 Oligoklas, 17 Hornblende, 6 Magneteisenerz, oder: Tetartin, Oligoklas, Hornblende, Augit und Magneteisenerz.

Ch. Enth. 57 — 62 Kieselerde.

G. 2,78.

E. Körnig. Grau. Massig.

Ü. In Trachyt und Dolerit.

F. Circus des Pic von Teneriffa, Val di Bove am Aetna, Tungeraqua in Quito.

B. Ein krystallinisches Massengestein.

L. Abich, geol. Beobacht. über die vulk. Erschein. Bd. I. H. 1.

151. **Andesit** (*Diorit?*).

M. Tetartin und etwas Hornblende (?). *Pyroxen, magneteisenerz.*

Ch. Enth. 64 — 66 Kieselerde.

G. 2,7. Glasiger Andesit = 2,5.

E. Feinkörnig bis dicht oder erdig, selten porphyrartig.

F. Chimporaço, Antisana, Cotopaxi und Pichincha in Amerika.

B. Ein krystallinisches Massengestein, welches, wie es scheint, auch als Lava auftritt.

L. v. Humboldt, geogn. Versuch S. 333. Jahrb. 1836 S. 74. 1837 S. 257. Abich a. a. O.

152. **Trachyttuff u. Trachytconglomerat** (*Pausilipptuff, Trafs, Tosca, Moja?*).

M. Die Bestandtheile trachytischer Gesteine mit Geschieben mechanisch und nicht sehr fest verbunden.

E. Erdig und conglomerat- oder breccienartig. Meist hellfarbig.

F. Königswinter bei Bonn, Brohlthal am Rhein, Pausilipp bis Neapel, Campi Flegräi.

L. Beudant, Voyage m. e. Hongrie II., 181. III., 413. Nöggerat, Geb. im Rheinland, Westph. I., 127. Abich a. a. O. Jahrb. 1831 S. 674. Steiniger, die erl. Vulk. in der Eifel, S. 124.

153. **Phonolith** (*Klingstein, Porphyrschiefer, Trappporphyr z. Th.*).

M. Felsit (Labrador?) und Natrolith mit etwas Hornblende od. Augit. *Titanit, Magneteisenerz.*

Ch. Enth. 57 — 58 Kieselerde.

G. 2,57.

E. Dicht, schieferig, zuweilen porphyrartig durch Augit oder Feldspath, selten blasig oder mandelsteinartig, noch seltener körnig abgesondert. Klingend. Grau oder grünlichgrau. Mit weifser Verwitterungsrinde. Plattenförmig, säulenförmig. Massig.

F. Donnersberg und Schreckenstein bei Aufsig in Böhmen, Lausche bei Zittau, Pferdekoppe und Milzeburg in der Röhn.

B. Ein krystallinisches Massengestein. Name von φωνή, Laut, Ton, und λίθος, Stein.

L. Ferber, Mineralgeschichte von Böhmen S. 122. Jahrb. 1836 S. 421. 1840 S. 595. 1842 S. 249. 1844 S. 205. Erläuter. III., 73. IV., 104. Abich a. a. O.

154. **Phonolithwacke** (*zersetzter Phonolith*).

M. Zersetzter Phonolith.

E. Dicht bis erdig, häufiger porphyr- oder mandelsteinartig als der frische Phonolith. Hellfarbig. In den Blasenräumen: Kalkspath, Desmin, Natrolith, Chabasit, Apoklas, Philipsit, Analzim.

Ü. In Phonolith.

F. Marienberg bei Aufsig und Berge von Scritin bei Tetschen in Böhmen.

L. Erläuter. IV., 105.

155. Phonolithtuff u. Phonolithconglomerat.

M. Die Bestandtheile des Phonolithes im zersetzten und mechanisch locker verbundenen Zustande mit Geschieben gemengt.

E. Dicht, erdig, conglomerat- oder breccienartig.

F. Böhmisches Mittelgebirge.

B. Unter Mitwirkung des Wassers bei Eruption der Phonolithe entstanden.

Alphabetisches Verzeichniss der Gesteine.

Achat 41
Alabaster 13
Alaunerde 30
Alaunschiefer 85
Alben 10
Aluminit 85
Alum - slate 85
Amphélite graphique 86
Amphibolit 105
Anamesit 128
Andesit 151
Anhydrit 16
Anthrazit 28
Aphanit 111
Aphanitmandelstein 111
Aphanitporphyr 111
Aphanitschiefer 111
Argile plastique 71
Arkose 53
Asche 6
Asphalt 32
Asphaltsandstein 55
Augengneiss 94
Augitfels 125
Augitporphyr 126
Basalt 131
Basaltart. Grünstein 111
Basaltconglomerat 135
Balsaltischer Grünst. 128
Basalt. Mandelstein 131
Basaltit 126
Basaltlava 132
Basalttuff 134
Basaltwacke 133
Basanit 131
Biegsamer Sandstein 88
Bimsstein 147
Bimssteinconglomer. 147
Bituminös. Mergelsch. 69
Bituminöser Thon 72
Bituminöses Holz 30
Blätterkohle 30
Blatterstein 86
Blaustein 57
Bohnerz 21
Breccie 59—62
Breccienart. Kalkst. 3
Brandschiefer 78
Brauneisenstein 20
Braunkohle 30
Briz 72
Buddingstein 59—62
Calcaire 1—11
Calcaire bitumineux 6
Calcaire compacte 2
Calcaire fétide 6
Calcaire grossier 8
Calcaire marneux 4
Calcaire oolithique 9
Calcaire siliceux 5
Chalk 7
Chaux sulphate 13—15
Chiastolithschiefer 80
Chloritschiefer 87
Chlorite chisteux 87
Chlorit - shist 87
Cipollin 91
Clay - slate 80
Clay 71
Conglomerat 59—62
Congl. d. Rothliegend. 60
Craie 7
Dachschiefer 80
Diabas 110
Diabasschiefer 110
Dichroitgneiss 94
Dichroitgranit 95
Dichter Gyps 14
Dichter Kalkstein 2
Dichter Mergel 67
Diorit 108 u. 151
Dioritschiefer 108
Dolerit 128
Doleritlava 129
Dolomie 12
Dolomit 12
Domit 148
Duckstein 10
Eisenfels 25
Eisenglimmerschiefer 93
Eisengranit 95
Eisenkiesel 39
Eisenrogenst. 19, 20 u. 23
Eisenschüss. Sandst. 52
Eisenstein 18—26
Eisensteinconglom. 26
Eisenthon 133
Eklogit 123
Erbsenstein 9
Erdpech 32
Erdschlacke 76
Erlan 117
Euphodit 109
Eurit 141
Fasergyps 15
Faserkohle 29
Feldsteinporphyr 139
Felsitfels 141
Felsitporphyr 139
Felsittuff 142
Fer oxydé rouge 23
Fer pisiforme 21
Feuerstein 38
Filztorf 32
Fleckschiefer 83
Flint 38
Fruchtschiefer 83
Fuller's earth 113
Gabbro 107 u. 109
Gabbroit 107
Gebirgsgranit 95
Gebrntr. Schieferthon 76
Gebrannter Thon 76
Gelberde 74
Gelenkquarz 88
Gerölle 64
Gestellstein 89
Glanzkohle 28
Glasachat 146
Glaswacke 53
Glimmerporphyr 139
Glimmerschiefer 92
Glimmertrapp 95
Gneiss 94
Granatfels 122
Granatmutter 43
Granit 95
Granite talqueux 98
Granular limestone 1
Granulit 99
Graphit 27
Graphitgneiss 27
Graphitschiefer 27
Graustein 128, 129 u. 137
Grauwacke 58
Grauwackenconglom. 59
Grauwackensandst. 58
Grauwackenschiefer 79
Greensand 54
Greisen 100
Grès vert 54
Grobkalk 8
Grönfels 116
Grünsandstein 54
Grünstein 107—115
Grünsteinbreccie 115

Grünsteinporphyr 111
Grünsteinschf. 108—111
Grünsteintuff 114
Grünsteinwacke 112
Grus 66
Gyps 13—15
Gypsum 13—15
Halbopal 42
Helleflinta 139
Hornblendefels 105
Hornblendegestein 105
Hornblendegneifs 103
Hornblendeschiefer 106
Hornblendeshist 106
Hornfels 82 u. 111
Hornstein 37
Hornsteinporphyr 139
Houille 29
Hyalomicte granit. 100
Hyperit 110
Hyperitschiefer 110
Hypersthenfels 109
Jaspis 40
Ironsand 21 u. 52
Itabirit 25
Itakolumit 88
Kännelkohle 29
Kalkbreccie 3
Kalkglimmerschiefer 91
Kalkiger Sandstein 50
Kalkstein 1—11
Kalksinter 11
Kalktuff 10
Kaolin 75
Kies 64
Kieselguhr 46
Kieselgesteine 33—41
Kieselkalkstein 5
Kieselsandstein 53
Kieselschiefer 36
Kieselsinter 44
Kieseltuff 44
Killas 80
Klebschiefer 45
Klingstein 153
Knochenbreccie 62
Knotenschiefer 83
Körniger Gyps 13
Körniger Kalkstein 1
Körn. Thoneisenstein 76
Kohlen 27—31
Kohlensandstein 56
Kohlenschiefer 78
Kreide 7
Krystallin. Sandstein 47
Kugelfels 86 u. 108
Kugelporphyr 140
Kupferschiefer 70
Labradorporphyr 126
Lapilli 132
Laubkohle 30
Lehm 72
Leptinit 99
Letten 67, 68 u. 71
Lettenkohle 30
Leuzitfels 136
Leuzitlava 137
Leuzitporphyr 136
Lherzolith 125
Lignit 30
Limestone 1—11
Limonit 22
Loefs 72
Lose Gesteine 63—66
Lydischer Stein 36
Lydit 36
Magnesian limestone 12
Magneteisenstein 24
Mandelstein 126 u. 133
Mandelsteinwacke 112
Marl 67—68
Marmor 1
Marne 67—68
Melaphyr 126
Melaphyrwacke 127
Menilith 42
Mergel 67—70
Mergeliger Sandstein 49
Mergelkalkstein 4
Mergelschiefer 68
Metallschiefer 70
Miascit 96
Micaslate 92
Micashiste 92
Moja 152
Moorkohle 30
Morasterz 22
Mühlsteinporphyr 139
Muriazit 16
Nagelfluhe 61
Nephelindolerit 130
Nephelinfels 130
Norit 120
Novaculite 81
Obsidian 146
Obsidianporphyr 146
Omphazitfels 123
Ooilth 9
Ophit 124
Papierkohle 30
Paulitfels 107 u. 109
Pausilipptuff 134 u. 152
Pechkohle 29 u. 30
Pechmatit 95
Pechstein 144
Pechsteinporphyr 144
Pechtorf 32
Peperin 134
Perlith 145
Perlstein 145
Petrosilex 141
Phonolith 153
Phonolithconglom. 155
Phonolithtuff 155
Phonolithwacke 154
Pierre de Poix 144
Pinsten 147
Piperno 148
Pisolith 9
Pitchstone 144
Plastischer Thon 71
Polirschiefer 45
Porphyr 139
Porphyrartiger Granit 95
Porphyrbreccie 143
Porphyrconglomerat 143
Porphyr globuleux 140
Porphyrit 126
Porphyr Napoleon 140
Porph.-Reibgscongl. 143
Porphyr-Schiefer 153
Porzellanerde 75
Porzellanjaspis 76
Poudinge polygénique 61
Protogyn 98
Psamite 47—58
Pseudoporphyr 126
Pumex Vulcani 147
Pumit 147
Pyromerid 140
Pyroxen en roche 125
Pyroxenfels 125
Quarzbrockenfels 34
Quarzfels 33
Quarz lydien 36
Quarzporphyr 139
Quarzrock 33
Quarzsandstein 53
Quarzschiefer 35
Raseneisenstein 22
Rauhkalk 12
Rauhstein 12

Rauhwacke 12
Rocksalt 17
Rogenstein 9
Rotheisenstein 23
Rother Porphyr 139
Salzthon 17
Sand 65
Sandsteine 47—58
Sandstone 47—58
Saugschiefer 45
Schalstein 86
Schieferkohle 29
Schieferletten 77
Schieferthon 77
Schillerfels 109
Schiste alumifère 85
Schiste amphibolique 106
Schiste argileux 80
Schiste graphique 86
Schiste micacé 92
Schiste micacé calcaire 91
Schiste novaculaire 81
Schörlfels 101
Schörlrock 101
Schriftgranit 95
Schutt 63
Schwarze Kreide 86
Schwarzer Porphyr 126
Schwarzkohle 29
Seeerz 22
Sel gemme 17
Serpentin 124
Smaragditfels 123
Sphärolith 145
Sphärosiderit 19
Spatheisenstein 18
Spodumenfels 119
Stängl. Thoneisenst. 76
Steashiste 89
Steinkohle 29
Steinsalz 17
Stigmite 144 u. 146
Stinkkalk 6
Stinkstein 6
Stinkstone 6
Streichtorf 32
Sumpferz 22
Syenit 103
Syenitgneifs 103
Syenitporphyr 138
Syenitschiefer 103
Talkglimmerschiefer 89
Talkgneifs 98
Talkiger Sandstein 51
Talkkalkschiefer 90
Talkose - shiste 89
Talkschiefer 89
Tapanhoacanga 26
Terre à fulon 113
Thoneisenstein 19 u. 20
Thongesteine 71—76
Thoniger Sandstein 48
Th. Schiefergest. 77—86
Thonschiefer 80
Thonstein 142
Thonsteinporphyr 139
Toadstone 127 u. 133
Töpferthon 71
Topasfels 102
Topfstein 89
Torf 31
Tosca 152
Tourbe 31
Trachy - Dolerit 150
Trachyt 148
Trachytconglomerat 152
Trachytporphyr 149
Trachyt porphyroid 149
Trachyttuff 152
Trapp 82, 107, 115, 128 und 131
Trappgranit 97
Tr.-Porph. 111, 148 u. 153
Trappsand 53
Trapptuff 134
Trafs 152
Travertino 10 u. 11
Trippel 45
Tropfstein 11
Tuff calcaire 10
Turf 31
Turmalinschiefer 101
Uralfels 121
Uralitporphyr 126
Urkalkstein 1
Utöfels 118
Variolith 86 u. 140
Vitrit 43
Vulkanische Asche 132
Vulkanischer Tuff 134
Wacke 112
Wackenthon 133
Walkerde 112 u. 113
Weifsstein 99
Wetzschiefer 81
Wiesenerz 22
Wurzeltorf 52
Zeichnenschiefer 86
Zersetzter Phonolith 154
Zirkonsyenit 104
Zwiebelmarmor 91

Reihenfolge der Schichtgesteine.

(Flötzformationen.)

Die zweite oder Hauptspalte enthält in sofern die Darstellung einer europäischen Normalreihe, als für jede Abtheilung (Gruppe oder Formation) diejenige Gegend ausgewählt ist, in welcher man die complicirteste Zusammensetzung am befsten kennt. Dahinter ist, wo es möglich war, eine mittlere Mächtigkeit in Pariser Fufsen eingetragen. Bei Aufzählung der besonders charakteristischen Versteinerungen sind so viel möglich die Namen aus Bronn's Lethaea gewählt, aufserdem aber die Autoren in üblicher Abkürzung beigefügt. Die vierte Rubrik enthält eine Aufzählung der bekanntesten Aequivalente, und zwar theils in skizzirter Darstellung ihrer Gliederung, theils nur unter Berufung auf die wichtigste Literatur darüber. In der letzten Rubrik sind diejenigen Eruptivgebilde genannt, die eine ungefähr gleichzeitige Entstehung haben dürften. Zur Vereinfachung sind manche Abkürzungen gebraucht, die meisten derselben dürften an sich verständlich sein, ich glaube, nur etwa auf nachstehende aufmerksam machen zu müssen.

Jahrb. = v. Leonhard's und Bronn's Jahrbuch für Mineralogie, Geognosie, Geologie und Petrefacten-Kunde, sowie zugleich die früher bis 1824 als Taschenbuch und bis 1829 als Zeitschrift erschienenen Jahrgänge. Auch sind unter diesem Titel viele darin enthaltene Auszüge aus anderen Zeitschriften und Werken citirt.

Lyell = Principles of Geology b. C. Lyell, oder die Uebersetzungen dieses Buches von C. Hartmann, welche 1834 unter dem Titel: Lehrbuch der Geologie und 1841 und 1842 unter dem Titel: Grundsätze der Geologie erschienen.

Erläuter. = Erläuterungen zu der geognostischen Charte des Königreiches Sachsen, bearbeitet von Naumann und Cotta.

>, <, ×, hinter den Versteinerungsnamen, deuten an, dafs die Art: > auch in höheren, < auch in tieferen, × in höheren und tieferen Schichten häufig vorkommt. Die wichtigsten Arten sind mit gesperrter Schrift gedruckt.

Die Zahlen in (), in der Rubrik der Aequivalente, sollen andeuten, mit welchen Gliedern der Normalreihe die betreffende Ablagerung ungefähr gleichzustellen ist.

Formationen.	Normalreihe der Schichtgesteine im mittleren Europa.	Mächtigkeit.
Alluvialgebilde. Die organischen Reste stimmen mit der lebenden Schöpfung überein.	Die noch jetzt durch Ablagerung aus Wasser od. ähnlich erfolgenden Gesteinsbildungen lassen sich in gleichzeitige Meeres-, Land- und Süfswasserformationen eintheilen. Davon können hier nur einige Beispiele angeführt werden. 1) Jüngster Meereskalkstein und Riffstein an den Küsten Italiens. 2) Dünensand und Schlamm z. B. in Dänemark. [Forchhammer im Jahrb. 1841 S. 1, 1844 S. 493.] 3) Thon-, Lehm-, Schlamm-, Sand- und Geschiebeablagerungen der Flüsse an Ufern, in Landseeen und an ihren Mündungen (Deltabildungen). [Lyell II. Cap. 4 und 5.] 4) Kalktuff-, Kalksinter-, Kieselsinter- u. Raseneisensteinablagerungen durch Quellen, Bäche und Sumpfwasser. [Lyell II. Cap. 3, Freiesleben, geogn. Arbeiten V. S. 216, Poggend. Annalen XLII., 353, XLIII. und 1829 B. I. S. 373, Jahrb. 1825 I. S. 520, 1836 S. 45 u. 472, 1842 S. 229. 1844 S. 28.] 5) Torfbildung und versunkene Wälder. [v. Leonhard's Lehrb. der Geognosie und Geologie 1835 S. 210 u. 223, Wiegmann, über Entstehung, Bildung und Wesen des Torfes 1837, Jahrb. 1826 II. S. 151.] 6) Infusorienschalen-Ablagerungen in stagnirenden Wässern und an Flufsmündungen. [Ehrenberg, die fossilen Infusorien und die lebendige Dammerde 1837, Jahrb. 1837 S. 370 u. 730, 1841 S. 733, 1842 S. 490, 1843 S. 114, 115, 230 u. 499, 1844 S. 243, 377 u. 506.]	Diese Gebilde liegen nicht über einander und sind von sehr ungleicher Mächtigkeit.
Diluvialgebilde.	7) Erratische Blöcke, nordische Geschiebe in Norddeutschland, Nordrufsland, Dänemark und Ost-England. [v. Buch in der Abhandlung der Akademie der Wissensch. Berlin 1815 und in Poggend. Annalen IX. S. 575, Klöden, Beitr. zur mineral. und geognost. Kenntn. der Mark Brandenb. 1832, Jahrb. 1840 S. 717, 723 und 724, 1841 S. 599 und 643, 1842 S. 243 und 738, 1843 S. 837, 1844 S. 113.]	

Aequivalente.	Gleichzeitige Eruptiv- und Tuffbildungen.
(1) Korallenriffe und Inseln im rothen Meere und in der Südsee. [v. Chamisso in v. Kotzebue's Reise S. 187 u. f., Ehrenberg im Jahrb. 1834 S. 624, Darwin, the structure and distribution of coral reefs, London 1842.] (1) Sandiger Kalkstein mit Menschenresten auf Grande Terre bei Guadeloupe. [Jahrb. 1811 S. 231, 1816 S. 237, 1837 S. 723.] (1) Rogensteinbildung an den Küsten der canarischen Inseln. [v. Buch, Beschr. d. Canarischen Inseln p. 258.] (2) Sandsteppen Afrikas, insofern der Sand durch Wind Ortsveränderungen erleidet. (3) Nil- und Gangesdelta, Ablagerungen der Flüsse Nord-Amerikas. [Jahrb. 1823 S. 864, 1826 II. S. 269, Lyell II., 1r Abschnitt.] (3) Seifengebirge, Zinnseifen, Goldseifen, Edelsteinseifen u. s. w. z. Th., z. B. am Ural. [Jahrb. 1825 I. S. 525 und 537, 1826 I. S. 75, II. S. 274.] (3) Asphaltseeen. [Jahrb. 1817 S. 273, 1833 S. 629, 1836 S. 253, 1844 S. 619.] Salzablagerungen in Landseeen und an Meeresküsten. [Ueber Alluvium u. Diluvium vergl. ferner Sedgwick im Jahrb. 1827 S. 53 und 193, und Boué daselbst S. 316.]	Laven, schlackige u. schlammige Auswürfe d. Vulkane, sowie Ablagerungen d. ausgeworfenen Massen durch Wasser (vulkanische Tuffbildungen). [Lyell II. 2r Abschnitt.] z. B. Doleritlava, Basaltlava, Leuzitlava, Trachyt od. Feldspath-Lava, Bomben, Schlacken, Asche, Moja, vulkanischer Tuff. Abich, geolog. Beob. üb. die vulk. Erschein. B. I. L. I.
(7) Blöcke der Hochalpen am Jura und an den italienischen Vorbergen. [Venetz in den Mémoir. de la Société helvétique I., II, v. Charpentier, Essai sur les Glaciers 1841. Jahrb. 1840 S. 314 und 575, 1841 S. 672, 677 und 703, 1842 S. 276, 350, 354, 581 und 858.] (7) Blöcke im Schwarzwald. [Fromherz, das Diluvialgebilde des Schwarzwaldes 1843, Jahrb. 1841 S. 566.] (7) Blöcke in Amerika. [Jahrb. 1840 S. 617, 1842 S. 245, 1843 S. 741, 1844 S. 497.]	Basaltische Eruptionen. [v. Leonhard's Basaltgebilde 1832.] Basalt, Basalttuff und Basaltconglomerat.

<table>
<tr><th>Formationen.</th><th colspan="2">Normalreihe der Schichtgesteine im mittleren Europa.</th><th>Mächtigkeit.</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Diluvialgebilde. Die organischen Reste gehören meist lebenden, nur z. Th. ausgestorbenen Arten an.</td><td colspan="2">8) Lehm (Löſs des Rheinthales und Höhlenschlamm), mit Mergelknollen und Knochen meist ausgestorbener, z. Th. sehr groſser Säugethiere. Die Knochen sind besonders angehäuft in den Höhlen und Spalten der Kalk-, Dolomit- und Gypsgebirge (Rübeland, Streitberg, Köstritz). [Bronn, Gäa Heidelbergensis 1831, v. Meyer, Palaeologica 1832, Jahrb. 1830 S. 363, 1831 S. 115, 117 und 306, 1832 S. 111 und 463, 1833 S. 38, 592 und 600, 1834 S. 376, 465, 680 und 714, 1835 S. 101, 123, 242, 245 und 502, 1836 S. 479, 481, 620, 621 und 628, 1837 S. 67, 365 und 490, 1838 S. 723, 1839 S. 345, 1840 S. 88 und 120, 1841 S. 346 und 391, 1842 S. 743, 1843 S. 744, 1841 S. 226.]</td><td>20 bis 100'.</td></tr>
<tr><td colspan="2">9) Sand, Kies und Gerölle ohne bestimmt ermittelte Anordnung, vielleicht sogar mit dem Lehm (8) wechselnd. Nur selten mit organischen Resten, die vielleicht sogar gröſstentheils aus einer älteren Periode herrühren. In der norddeutschen Ebene sehr entwickelt. [Siehe unter 8.]</td><td>50 bis 100'.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Süſswasserformation. Mit lebenden und ausgestorbenen Arten.</td><td colspan="2">Im Pariser Becken:</td><td rowspan="4">50 bis 160'</td></tr>
<tr><td>Bei Ferté-sous-Jouarre nach d'Archiac im Bulletin d. l. soc. géologique de France T. IX. p. 58.</td><td>Bei Paris nach Al. Brongniart.</td></tr>
<tr><td>10) Rother und grauer Letten.</td><td>(10.) Süſswassermergel.</td></tr>
<tr><td>11) Meulière, poröser Süſswasserquarz u. Hornstein u. Kieselkalkstein mit Chara mediaginula, Limnaea und Planorbis.</td><td>(11.) Meulière wie 11).</td></tr>
</table>

Aequivalente.	Gleichzeitige Eruptiv- und Tuffbildungen.
(8) Knochenbreccie von Gibraltar, Nizza u. s. w. [Jahrb. 1809 S. 185, 1825 II. S. 373, 1826 II. S. 463, 1830 S. 113 bis 116, 1831 S. 42, 1833 S. 83 und 84, 1838 S. 94 und 370, 1844 S. 92, auch sind unter 8 schon einige ausländische Höhlen berücksichtigt.] (8) Bohnerzablagerungen bei Eichstädt in Baiern und im Jura (letztere nach Gräfsli eruptiv). [Neue Denkschr. der allgem. Schweizer Gesellsch. 1841, Jahrb. 1829 S. 804, 1832 S. 433.] (8 u. 9) Sand, Lehm und Eisschichten in Sibirien mit Mammuthresten u. s. w. [Jahrb. 1826 I. S. 73, 1833 S. 708.] (8 u. 9) Seifengebirge z. Th. [Jahrb. 1834 S. 591, 1835 S. 82, 1839 S. 568, vergl. auch S. 57 (3).]	Dolerit, Nephelindolerit, Phonolith.
(11) Süfswasserquarz mit *Limnaea*, *Paludina*, *Planorbis* und Pflanzenresten, von Littmitz bis Falkenau in Böhmen. (10—15) Süfswasserkalk mit Schieferthon u. Polirschiefer wechselnd, von Bilin u. Eger in Böhmen, mit Blätterabdrücken, Infusorien, *Cypris faba* u. Süfswasserschnecken u. Fischen. (10—15) Süfswasserkalk mit *Valvata polymorpha R.* u. s. w. von Steinheim in Würtemberg mit *Limnaea* und *Planorbis* bei Nördlingen in Baiern. [Jahrb. 1837 S. 307.] Oeninger Kalkschiefer mit Fischen und Baumblättern. [Jahrb. 1831 S. 331, 1832 S. 130, 1836 S. 58, 1838 S. 311.]	Phonolith und Phonolithtuff. Trachyt, Trachyttuff und Trachytconglomerat. Trachytporphyr.

Formationen.	Normalreihe der Schichtgesteine im mittleren Europa.		Mächtigkeit.
Süfswasserformation. Mit lebenden u. ausgestorbenen Arten.	12) Grauer und grüner Mergel. 13) Grünlichgrauer Mergelkalkstein mit Kieselnieren. 14) Sumpfkalkstein mit *Limnaea longiscata.* 15) Grauer Mergel.	Fehlen b. Paris.	
Meeres-Sand und Sandstein. Tegel.	16) Kalkstein mit *Cyrena deperdita.* 17) Kiesel und Kalksand mit Meeresmuscheln. 18) Weifser kieseliger Sandstein in regelmäfsigen Schichten.	(16) Mergel u. Mergelkalkstein. Sand u. Sandstein mit aus dem Grobkalk aufgenommenen Muscheln bei Belleville u. Sandstein von Fontainebleau.	
Grobkalkform. Mit meist ausgest., nur wenigen noch leb. Meeresmuscheln.	19) Weifser Mergel mit grünem Mergelschiefer wechselnd. 20) Gelblicher, sandiger Kalkstein (Grobkalk) mit zwei dünnen weifsen Kalklagern, darin Meeresmuscheln.	Gypsmergel mit *Ostrea* und *Cytherea*, darin Kalkknollen mit Cölestin. Gyps mit Gypskrystallen u. vielen Knochen von Landthieren, wechselnd mit Klebschiefer, darin Knollen von Menilith und Strontian.	90 bis 100′.

Aequivalente. | **Gleichzeitige Eruptiv- und Tuffbildungen.**

Gyps mit Blätterabdrücken von Pavia (?).

Süfswasserkalk des Mainzer u. Wiener Beckens.

Die Braunkohlen- und Schwefellager mit Insekten u. Dicotyledonenblättern von Radiboj in Croatien (vielleicht zu 26 gehörig). [Unger in Act. acad. caes. Leop. Carol. Nat. Cur. Vol. XIX. p. 416.] Und die ähnlichen Schichten mit vielen Blätterabdrücken von Parschlug in Steyermark. [Unger, Chloris protogaea.]

Faluns in Frankreich.

Als marines Aequivalent in Oberitalien die sogen. Subapenninenformation bei Castell-Arquato und einige Meeresablagerungen in Sicilien. [Bronn, Italiens Tertiärgebilde. Jahrb. 1838 S. 395, 1833 S. 83, 1834 S. 516, 1842 S. 312.]

Kalkschiefer mit sehr vielen marinen Fischabdrücken vom Monte Bolca in Oberitalien.

Crag u. Bagshot-Sand im südlichen England. [Jahrb. 1836 S. 236.]

Im Mainzer Becken: [Jahrb. 1837 S. 91 u. 153, 1833 S. 318, 1843 S. 379.]	Im Wiener Becken: [Jahrb. 1837 S. 408, 1839 S. 428.]
Plastischer Mergelthon u. oolithischer Kalkstein. (16—18.)	Korallenkalk (Leithakalk) mit Echiniten, Pecten, Dinotherium Mastedon. (16—18.)
Grobkalk.	Kalkige Breccie.
Thon, Kalkmergel u. Kalkstein.	Oberer Tegel, blauer Mergel voll Conchylien. (16—18.)
Sandiger Grobkalk.	Gelber Sand mit *Cerithium pictum*, *Ostrea* u. s. w.
Fester Kalkstein.	
Blauer Mergelthon.	
Sand und Gerölle.	
Sandstein und Conglomerat. (Oben herrschen Land- und	

Formationen.	Normalreihe der Schichtgesteine im mittleren Europa.		Mächtigkeit.
Grobkalkformation. Mit meist ausgestorbenen, nur wenigen noch lebenden Meeresmuscheln.	21) **Gelblicher Kalkstein**, durch 3 dünne braune Hornsteinschichten abgetheilt, darin *Cerithien*, *Natica* u. s. w. 22) **Gelber, sandiger Meereskalkstein.** 23) **Deutl. geschichteter Kalkstein** mit *Venericardien* und *Bucarditen*. 24) **Sand mit Grünerdekörnchen.** 25) **Weifser und gelber kalkiger Sand** mit *Venericardia planicostata*, *Cytherea nitidula*, *Ostrea flabellula* u. s. w. [Ueber das Pariser Becken: **Alex. Brongniart**, description géolog. des envir. de Paris 1822; Constant Prevost im Bullet. d. l. soc. géolog. de France T. IX. p. 329; Jahrb. 1832 S. 312, 1837 S. 78, 1838 S. 681, 1844 S. 376.]	**Kieselkalkstein** und **Hornstein** mit Afterkrystallen des Gypses, darin *Limnaea longiscata* und *Cyclostoma*. **Grobkalk** mit vielen Meeresmuscheln u. einigen Korallen, z. B. *Lunuliten*, *Turbinolien*, *Terebratula grandis*, *Anomia tenuistriata*, *Ostrea flabellula*, *Pecten plebejus*, *Nucula pella*, *Pectunculus pulvinatus*, ***Cardium porulosum*** ×, *Lucinia divaricata* u. *gibbosula* >, *Corbula nucleus*, *Solen vagina*, *Dentalium incurvum*, *Pedipes ringens*, *Melania lactea*, *Rissoa cochlearella* ×, *Niso terebellata* ×, *Pyramidella terebellata* ×, *Natica epiglottina*, *Solarium plicatum*, *Bifrontia bifrons*, *Trochus agglutinans*, ***Cerithium*** (137 *Arten*), *Cancellaria evulsa*, *Fusus longaevus* und *tripteroides*, *Rostellaria fisurella* und *columbaria*,	

Aequivalente.		Gleichzeitige Eruptiv- und Tuffbildungen.
Süfswasserthiere, z. B. *Dinotherien*, unten Meeresmuscheln.)	Unterer Tegel. Weifser Sand. (Zusammen 1800′ mächtig.)	

Die gegenseitige Stellung dieser sogenannten Tertiärformationen, oder Molassegebilde, ist noch nicht hinreichend ermittelt, es werden dazu gewöhnlich die Formationen von den Diluvialgebilden bis zur Kreide gerechnet. [**Bronn's Lethäa S. 769 u. f. Eine neue Eintheilung nach den procentalen Verhältnissen der ausgestorbenen u. lebenden Arten versuchte Lyell, Elements of Geology 1838 p. 282 u. f. Ueber die Verbreitung u. Eintheilung vergl. ferner Jahrb. 1829 S. 830, 1835 S. 725 u. 610, 1836 S. 438, 1837 S. 62, 1838 S. 73, 514 u. 553, 1839 S. 631, 1841 S. 128 und 711. 1842 S. 243, 247, 735, 736 und 745, 1843 S. 867, 1844 S. 85, 112, 119, 221, 222 und 231.**]

Man findet hierzu gehörige Ablagerungen, die aber z. Th. vielleicht mehr den Gliedern 26—29 entsprechen, ferner z. B.:

In Westphalen, bei Cassel, bei Osnabrück, am Baumberge mit Fischresten u. s. w. [**Jahrb. 1825 I. S. 159. 586, 1833 S. 1835 S. 420, 1841 S. 613.**]

Bei Magdeburg. [**Jahrb. 1825 I. 564.**]

In Mecklenburg. [**Jahrb. 1835 S. 431.**]

Am Kressenberg in Baiern. [**Jahrb. 1832 S. 176, 1833 S. 442.**]

In Polen. [**Pusch, geogn. Beschreib. von Polen und Polens Paläontologie 1836.**]

In Galizien und Podolien. [**Jahrb. 1833 S. 353, 1836 S. 234, 1838 S. 350, Journ. d. Geol. I., 337.**]

Als Londonthon bei London. [**Jahrb. 1839 S. 650.**]

In Brabant und bei Bordeaux. [**Jahrb. 1826 I. S. 548, 1826 II. S. 267.**]

Bei Aix. [**Jahrb. 1825 I. S. 250.**]

In Oberitalien am Roncathale, bei Vizenca, Bologna u. s. w.

In Sicilien, Mergel mit Braunkohlen, Gyps, Steinsalz, Schwefel und Bernstein. [**Jahrb. 1844 S. 629.**]

In Steyermark, Grobkalk bei St. Anna unweit Gleichenberg.

Formationen.	Normalreihe der Schichtgesteine im mittleren Europa.		Mächtigkeit.
Grobkalkformation.		*Cassidaria carinata*, *Buccinum stromboides*, *Marginella ovulata*, *Voluta crenulata*, *Volvaria bulloides*, *Terebellum convalutum*, *Conus deperditus*. (Gyps, Kieselkalkstein u. Grobkalk liegen aber nicht unter-, sondern nebeneinander als Parallelgebilde und greifen in einander ein.)	
Braunkohlenformation. (Plastischer Thon.) Landpflanzenarten, die fast alle ausgestorben sind.	In Böhmen bei Falkenau:		
	26) Thon und Schieferthon mit Schwefelkies, zuweilen mit Thoneisensteinlagern.		
	27) Braunkohle, oft sehr schwefelkieshaltig, wechselnd mit Thon und Schieferthon, die ebenfalls oft Schwefelkies enthalten, darin Blätter und Früchte von Waldbäumen.		50 bis 80′.
	28) Weifser, theils fetter, theils sandiger Thon.		
	29) Braunkohlensandstein, theils sehr fester, oft conglomeratartiger Kieselsandstein, theils mürber mergeliger Sandstein. Mit vielen Landpflanzenresten, z. B. *Phyllites cinnamomifolius*, *pachydermis*, *furcinervis*, *trivialis*, *rhamnoides*, *basinervis* und *subserratus Rossm.*,		80 bis 100′.

Aequivalente.	Gleichzeitige Eruptiv- und Tuffbildungen.
Auch die mächtigen **Molassegebilde** d. Schweiz, bestehend aus grauen Sandsteinen, Nagelfluhe, Schieferthon und Braunkohlenablagerungen, in ihrer oberen Abtheilung die S. 57 erwähnten Oeninger Kalkschiefer enthaltend, entsprechen dieser Gruppe von der Süſswasserformation bis zur Braunkohlenformation im Allgemeinen. [**Studer**, Monographie der Molasse, Jahrb. 1838 *S.* 303, 1839 *S.* 209.]	
Im Pariser Becken: **plastischer Thon**, bestehend aus **Thon**, **Mergel** u. **Lignit** mit Fluſsmuscheln u. Conglomerat mit Knochen u. Muscheln. Im Londoner Becken: als marines Aequivalent, **plastischer Thon**, bestehend aus **Thon**, **Sand** und **Schieferthon** mit Meeres-Conchylien. Die meisten deutschen **Braunkohlenablagerungen**. [Jahrb. 1815 S. 509, 1817 S. 1, 1824 S. 569. 1833 S. 581, 1837 S. 699, 1840 S. 374, 1841 S. 843. 1843 S. 137.] (29) **Sandstein** mit Blättern und Zapfen von Gleichenberg bei Gratz. Die obersten Nummulitenkalk führenden u. vielleicht auch die das Steinsalz u. bei Lemberg Bernsteingeschiebe enthaltenden Glieder des **Karpathensandsteines** (?). [**Beyrich** in Karsten's Arch. 1844.] Die **Nummuliten**- od. **Melonitenkalksteine**, z. B. des Karstgebirges zwischen Triest u. Leibach, welche bei Idria Mergelschiefer mit Quecksilbererzlagern enthalten (?). Die **Pisolithenkalksteine** und vielleicht auch	

Formationen.	Normalreihe der Schichtgesteine im mittleren Europa.	Mächtigkeit.
Braunkohlenformation.	*Flabellaria LataniaRossm.*, Zapfen und Hölzern. [**Rofsmäfsler, Beiträge zur Versteinerungskunde I. 1840, Heidinger, über d. Vorkommen von Pflanzenresten im Elbogner Kreis 1839, Jahrb. 1832 S. 92.**]	
Kreideformation. Meeresthiere, nur ausgestorbene Arten.	An der Südküste Englands. [**Nach Mantell, Geology of the South east of England 1833 und Fitton, the strata between the chalk and Oxford oolite 1836, Jahrb. 1835 S. 707.**]	
	30) Obere weifse Kreide mit Feuerstein-Schichten und Knollen (*upper chalk with flints*). Reich an Meeresthierresten, die oft in Feuerstein umgewandelt sind, z. B. *Ventriculites radiatus*, *Polypothecia clavellata*, *Siphonia pyriformis*, *Apiocrinites ellipticus*, *Marsupites ornatus*, *Cidaris vesiculosa*, *Discoidea albogalera*, *Galerites vulgaris*, *Micraster cor anguinum* <, *Ananchytes ovata*, *Terebratula plicatilis* (mit Varietäten), *T. carnea*, *T. semiglobosa*, *Crania Ignabergensis*, *Gryphaea vesicularis* <, *Spondylus spinosus* <, *Inoceramus Lamarckii* <, *I. Mytiloides* <, *Belemnites mucronatus* <, *Ammonites Coupei*. Auch Fische, Saurier und Koprolithen.	300 bis 600′.
	31) Untere weifse Kreide ohne Feuersteine (*lower chalk without flints*). Meeresthiere nicht so häufig, aber fast dieselben, wie in der oberen Kreide.	

Aequivalente.	Gleichzeitige Eruptiv- und Tuffbildungen.
die Hippuritenkalksteine in den Umgebungen des mittelländischen Meeres (Süd-Frankreich, Italien, Triest, Griechenland), welche jedoch wahrscheinlicher zur Kreideformation gerechnet werden müssen. [Boué, Turquie de l'Europe 1840, Jahrb. 1832 S. 321, 1833 S. 585, 1834 S. 358, 1838 S. 72 und 198, 1839 S. 108, 464 und 467, 1841 S. 789 und 793, 1842 S. 860, 1844 S. 97, 218, 223, 750, 751 u. 752. Diese Citate beziehen sich aber z. Th. schon auf wahre Kreide.]	
Weifse Kreide im nördlichen Frankreich. [Al. Brongniart, descript. géol. d. e. d. Paris, Jahrb. 1839 S. 454.] Weifse Kreide der Insel Rügen. [Jahrb. 1840 S. 631, 1842 S. 317 und 528.] Kreide in Dänemark. [Jahrb. 1837 S. 347 und 349.] Hippuritenkalk am Untersberge in Salzburg u. vielleicht auch die in der obersten Zeile erwähnten. [Jahrb. 1832 S. 170, 1833, S. 23.] Glarener Schiefer mit Fischen, dem Thonschiefer der Grauwackengruppe ganz ähnlich. Flisch, Valorsine und ähnliche Gebilde der Alpen, deren Stellung noch nicht sicher, und welche petrographisch den deutschen Grauwackenbildungen sehr ähneln; dazu gehören auch untergeordnete Kohlenablagerungen, dunkle versteinerungsarme Kalksteine, die Steinsalzablagerung von Bex u. s. w. [Jahrb. 1831 S. 199 und 206, 1833 S. 505, 1834 S. 301, 1836 S. 334, 1839 S. 683.] Kreidetuff od. mürber Kreidemergel von Mastrich. [Jahrb. 1831 S. 102.] Kreidemergel der Gegend von Regensburg in Baiern.	Granit- und Gneifs - Eruption in den Alpen?

Formationen.	Normalreihe der Schichtgesteine im mittleren Europa.	Mächtigkeit.
Kreideformation.	32) Kreidemergel (*Chalk marl*), hellgrau, meist weich und zerreiblich, selten in dichten Kalkstein übergehend, reich an Meeresthieren, z. B. *Terebratula plicatilis* (*var. pisum*), *Pecten Beaveri* < und *quinquecostatus* <, *Lima Hoperi*, *Pedipes incrassatus*, *Rostellaria Parkinsonii* <, *Ammonites Rhotomagensis* × u. *varians* ×, *Scaphites aequalis* <, *Baculites anceps*, *Turrilites costatus*, *Galeus pristodontus* >, auch Saurierknochen und Koprolithen.	30 bis 60′.
Quaderformation (Grünsand). (Meeresthiere.)	33) Oberer Grünsand (*Upper greensand* oder *Firestone*). Mergeliger Sandstein mit grünen Körnchen u. Mergelzwischenlager. Meeresthiere, z. B. *Cassidulus lapis cancri* <, *Terebratula ovata* ×, *Ostrea carinata* <, *Exogyra haliotoidea* und *columba*, *Pecten quadricostatus* <, *Lima Hoperi*, *Spondylus truncatus* und *striatus*, *Thetis major* <.	30 bis 100′.
	34) Golt (*Galt* oder *Folkstone marl*). Grauer oder blauer Kalkmergel mit Meeresthieren, z. B. *Inoceramus sulcatus* und *concentricus*, *Rostellaria Parkinsonii* ×, *Belemnites minimus*, *Ammonites Rhotomagensis* > und *monile* ×, *Hamites rotundus*.	70 bis 150′.

Aequivalente.	Gleichzeitige Eruptiv- und Tuffbildungen.
Tuffkreide (*craie tufeau*). **Kreidemergel** mit grünen Körnchen (*glauconie crayeux*) im Pariser Becken. **Sandiger Mergel und Sandstein** von Hannover, Gehrden und Halberstadt (?). **Weifser Kreidemergel** von Lüneburg. **Kalkmergel** und **Flammenmergel** des Teutoburger Waldes (?). [**Römer**, die Versteiner. der norddeutschen Kreide-Gebirges 1840, Jahrb. 1840 S. 192.] Der **Macigno** Italiens soll Kreide und Quadersandstein entsprechen. [Jahrb. 1834 S. 569, 1837 S. 207.]	
In Sachsen und Böhmen. (33) **Oberer Quadersandstein**, feinkörniger, thoniger oder mergliger, weifser oder gelber Sandstein, mit *Terebratula plicatilis* (*alata* < und *Mantelliana*), *Ostrea macroptera* <, *Exogyra columba* <, *Pecten quadricostatus* <, *Lima multicostata*. (Nach **Römer** und **Geinitz** parallel mit 31.) [Erläuter. V. S. 459.]	
(34) **Pläner** (in Böhmen Opuka) und zwar: *a*) **Pläner-kalkstein.** *b*) **Pläner-mergel.** *c*) **Pläner-sandstein.** (Grünsand und Conglomerat). Mit *Scyphia angustata Röm.*, *Eschara angustata Gein.*, *Micraster coranginum*, *Terebratula plicatilis* (*Pisum* und *Mantelliana*) und *semiglobosa*, *Ostrea plicato-striata*, *Spondylus spinosus*, *Inoceramus concentricus* u. anderen Arten, *Rostellaria Parkinsonii* u. *Reussii*, *Belemnites minimus*, *Ammonites peramplus*, *Nautilus elegans*, *Scaphites aequalis*, *Hamites rotundus*, *Turrilites undulatus Sow.*, *Serpula*, Fischzähnen u. Koprolithen.	

Formationen.	Normalreihe der Schichtbildungen im mittleren Europa.	Mächtigkeit.
Quaderformation.	35) Unterer Grünsand (*Lower-greensand* oder *Shanklin-sand*). Grauer, grünlicher, gelber, brauner und rother eisenschüssiger oder weifser kieseliger Sandstein mit Lagern von dichtem Kalkstein und Walkerde. Darin Meeresthiere, z. B. *Catopygus carinatus* >, *Discoidea subuculus*, *Terebratula nuciformis* >, *T. latissima*, *T. Gibbsiana*, *T. depressa*, *Pecten quinquecostatus* >, *Sphaera corrugata*, *Gervillia solenoides*, *Liriodon alaeformis* >, *Thetis minor*, *Pedipes incrassatus* >.	200 bis 300′.
	Speeton clay. [Jahrb. 1840 S. 192.]	

Aequivalente.	Gleichzeitige Eruptiv- und Tuffbildungen.
(35) **Unterer Quadersandsein.** Meist feinkörniger, weifser, grauer oder gelber, selten eisenschüssiger, dick geschichteter Sandstein mit: *Catopygus carinatus*, *Cidaris vesiculosa* >, *Sphaerulites Saxoniae*, *Terebratula octoplicata* >, *Ostrea carinata*, *Pecten quinquecostatus* < und *aequicostatus*, *Inoceramus mytiloides* > und *Cripsii*, *Pinna tetragona* und *depressa*, *Cusullaea glabra*, *Cardium Hillanum* und *Neptuni Ammonites Rhotomagensis*. (Nach Römer und Geinitz parallel mit 33 — 35.)	In Chile v. Silbererzgängen, die wenigstens nicht viel neuer sein werden, durchsetzt (?). [Erdmann's Journ. für pract. Chem. 1843 Nr. 1 S. 33.]
(36) (?) **Niederschönaschichten.** Schieferthon und Sandstein mit Landpflanzen, z. B. *Pecopteris linearis*, *Chiropteris Reichii*, *Conites*, *Credneria*, Lycopodien, Nadelholzzweigen u. vielen Dicotyledonenblättern. [Jahrb. 1836 S. 584.]	
[Ueber diese Gebilde in Norddeutschland vergl. Römer, norddeutsches Kreidegebirge, Geinitz, Charakteristik der sächs. Kreidegebirge, 1839, Jahrb. 1834 s. 148, 1843 S. 829, 1844 S. 1 und 256.]	
In Galizien u. Podolien. [Jahrb. 1833 S. 354, 1836 S. 335, 1843 S. 518.]	
In Polen. [Jahrb. 1838 S. 104, u. Pusch, geognost. Beschreibung von Polen.]	
In Rufsland. [Jahrb. 1838 S. 350, 1839 S. 223, 1842 S. 247, 1844 S. 85].	
In Amerika. [v. Buch, Pétrificat. rec. en Amérique, 1838, Jahrb. 1834 S. 249].	
Unterer oder Hauptheil des Karpathensandsteines. [Jahrb. 1830 S. 184 u. 217, 1832 S. 7, 1833 S. 25, 1840 S. 334, 1843 S. 704.]	
Fucoideensandstein. [Jahrb. 1831 S. 201, 1833 S. 25, 1839 S. 165]. *Turtia? Glauconie sableux.*	
Thon mit *Cardium Hillanum*, dunkler Mergel mit Gypskrystallen, und Eisenstein von Wehrau in der Lausitz, sowie Schieferthon	

Formationen.	Normalreihe der Schichtgesteine im mittleren Europa.	Mächtigkeit.
Waldformation (*Wealden*). Ausgestorbene Sumpf-Gewächse und Thiere.	36) Wälderthon (*Weald clay*), blauer u. brauner Thon mit untergeordneten Lagern von Kalkstein und Sand und mit Septarien. Süſswasserthiere, z. B. *Paludina fluviorum*, *extens* und *elongata Ment.*, *Melania*, *Cypris Valdensis* <, Saurier und Fischreste. (*Petwort marble.*)	140 bis 280′.
	37) Hastingslager (*Hastings beds*), Sand und zerreiblicher Sandstein, grau, weiſs oder eisenschüssig, mit verkohlten Pflanzenresten. Dazu *Tilgatestone*, blau- oder grünlichgrauer Sandstein und Conglomerat mit Quarzgeschieben. Darin *Sphaenopteris Mantelli*, *Lonchopteris Mantelli*, *Nilsonia Brongniarti*, *Chlathraria Lyelli*, *Endogerites erosa*, *Paludinen*, Fisch-, Saurier-, Schildkröten- und Vogelreste.	400 bis 500′.
	38) Schichten von Tilgateforest und Worthsandstein. Blaugrauer Thon u. Mergel, wechselnd mit Sand, Sandstein und Schieferthon, zuunterst ein gelber zerreiblicher Sandstein mit Kohlentheilen. Farren- und Schilf-Abdrücke, auch einzelne Knochen enthaltend.	250′.

Aequivalente.	Gleichzeitige Eruptiv- und Tuffbildungen.
und Steinkohlen in Sandstein eingelagert bei Wenig-Rackwitz in der Lausitz. **Dunkler Mergel** mit Gypskrystallen und **Eisenstein** von Wehrau in der Lausitz. **Schieferthon und Steinkohlen** von Wenig-Rackwitz in Schlesien. **Thon** mit Gypskrystallen am Teutoburger Wald. **Hilsconglomerat. Hilsthon** der Hilsmulde.	
(=36) **Wälderthon** am Deister und Osterwalde in Westphalen. [Jahrb. 1840 *S.* 192. 1841 *S.* 443.] *Argile vealdienne*, *sable ferugineux*, *Kurzawka?* Und als marines Aequivalent, z. B. am Juragebirge: ***Néocomien:*** **gelber Kalksein** und **blaugrauer Mergel** mit *Orbitulites lenticularis*, *Cidaris vesiculosa* >, *Terebratula gallina* und *latissima*, *Ostrea carinata*, *Exogyra haliotoidea*, *Liriodon alaeformis*, *Scaphites aequalis*, *Prosopon tuberosum*. [Jahrb. 1835 *S.* 465, 1837 *S.* 712, 1838 *S.* 353, 1839 *S.* 467, 1842 *S.* 118.] Desgleichen in der Krim. [Jahrb. 1838 *S.* 352.] In Colombien. [Ann. d. scienc. géolog. 1843 N. 1 p. 33.] Hierher gehören in England aufser der Normalreihe auch noch die ***Purbeck beds***, bestehend aus festem Kalkstein mit Stämmen von *Zamia* oft aufrechtstehend und darunter eine Erdschicht (*dirt bed*).	Granite, nach *Elie de Beaumont* u. *Dufrenoi.* [Explic. d. l. carte géologique 1841 p. 89.]

Formationen.	Normalreihe der Schichtgesteine im mittleren Europa.	Mächtigkeit.
	39) **Asburnham-Lager** (*Asburnham beds*). Sehr eisenschüssiger Sand, wechselnd mit Thon und Schieferthon, Lager von Eisenstein u. Braunkohlen enthaltend. Mit vegetabilischen, namentlich Farrenresten; u. Kalkstein, wechselnd mit Sandstein, Schiefer, Thon und Mergel, verkohlte Vegetabilien u. viele Schalen von *Cyclas*, *Gyrena* u. *Cypris* enthaltend.	
Juraformation (Oolithformation). Ausgestorbene Meeresthiere, besond. Korallen, Bivalven und Cephalopoden (Ammoniten).	**An der Südküste Englands.** [Nach Fitton a. a. O. und nach Conybeare and Phillips, Geology of England.] 40) **Portlandstein** (*Portlandstone*), hellgrauer oder bräunlicher, sandiger, mergeliger oder oolithischer Kalkstein (aus welchem fast ganz London erbaut ist) mit: *Ostrea expansa Sow.* >, *Pecten lamellosus Sow.* <, *Modiola* (vielen Arten) ×, *Trigonia gibbosa Sow.* < u. *incurva Fitt.* <, *Cardium dissimile Sow.* <, *Cytherea rugosa Fitt.*, *Astarte cuneata Sow.*, *Lucina Portlandica Fitt.*, *Panopaea depressa Fitt.* <, *Terebra Portlandica Fitt.*, *Buccinum Naticoide Fitt.* <, *Ammonites biplex Sow.* <, *Serpula*.	20 bis 70.
	41) **Portlandsand**, Sand und mergeliger Sandstein, oft mit Grünerdekörnchen, darin ziemlich dieselben Meeresthiere wie in 40.	50 bis 100′.
	42) **Kimmeridgethon** (*Kimmeridge clay*). Bituminöser Schieferthon und Mergel mit Septarien. Darin: *Ostrea Sowerbyana* > und *laevisulca Sow.*, *Gryphaea dilitata* ×, *Exogyra angusta*, *Ammonites cordatus* × und andere, *Serpula* und Fischreste.	300 bis 600.

Aequivalente.	Gleichzeitige Eruptiv- und Tuffbildungen.

In Deutschland.

[Nach v. Buch, Jura in Deutschland 1839.]

(40) Nerineenkalk, dichter Kalkstein mit: *Terebratula insignis v. B.*, *Diceras arietina Thurm.*, *Pinna granulata Goldf.*, *Nerinea suprajurensis* und *terebra Goldf.*, *Pterocera Oceani.*

(43) Lithographischer Kalkschiefer (in Süd-Baiern). Dünn geschichteter hellfarbiger dichter Kalkstein mit: *Codites*, *Decacnemos pennatus*, *Ammoniten*, *Aptychen*, Krebsen, Fischen, *Cololithen*, Pterodactylen. [Jahrb. 1836 S. 309, 1839 S. 676, 1842 S. 35.]

(43) Dichter, meist hellgelber Jurakalk Baierns, örtlich corallinisch oder dolomitisch (Dolomit mit Höhlen bei Streitberg). Darin: *Scyphia cylindrica* und *costata Goldf.*, *Tragos acetabulum*, *Cnemidium rimulosum*, *Astrea helianthoides*, *Pentacrinites cingulatus*, *Cidarites coronata*, *Galerites depressus*, *Spatangus carinatus*, *Terebratula lacunosa*, *Ostrea Marshii*, *Gryphaea dilatata*, *Belemnites semisulcatus*, *Nautilus aganticus Mont.*, *Ammonites polyplocus*, *plicatilis*, *flexuosus*, *inflatus* u. *bifurcatus*, *Telliniten*. [Jahrb. 1834 S. 309. 1836 S. 307, 1838 S. 479.]

Formationen.	Normalreihe der Schichtgesteine im mittleren Europa.	Mächtigkeit.
Juraformation. (Meeresthiere herrschen, local Korallen.)	43) Oxfordoolith, oolithischer Kalkstein, nach oben und nach unten in groben kalkigen Sandstein und in Kalkbreccie (*calcareus grit*) übergehend, mit: *Cidariten*, *Terebratula tetraëdra*, *Ostrea* (vielen Arten), *Pecten annulatus Sow.*, *Gervillia aviculoides*, *Lyriodon clavellatum* und *costatum*, *Arca*, *Melania Heddingtonensis* und *striata* ×, *Nerinea Goodhallii Fitt.*, *Ammonites plicatilis*.	150 bis 200.
	N. 43 ist local vertreten durch *Coral rag*, einen korallenreichen Kalkstein, den heutigen Korallenriffen entsprechend und bezeichnet durch: *Scyphia milleporata Goldf.*, *Tragos patella*, *Astrea cristata* und *tubulosa Goldf.*, *Lithodendron plicatum Goldf.*, *Cariophyllia trichotomum*, *Antophyllum obconicum Münst.*, *Achilleum tuberosum Münst.*, *Nucleolithes scutatus* und *sinuatus* ×.	
	44) Oxfordthon (*Oxford clay*), Thon mit Septarien u. Gypskrystallen, u. mergeliger Kalkstein, bezeichnet durch *Gryphaea dilatata* u. viele *Ammoniten*. Dazu gehört auch der *Kelloway rock* u. der *Bradford-Thon*, besonders reich an Terebrateln und anderen Versteinerungen.	300 bis 600.
	45) *Cornbrash-* und *Forest-marble*; ersterer ein Wechsel von Kalkstein mit dünnen Lagern von Thon und Mergel, letzterer bestehend aus muschelreichem Kalkstein, Oolith und sandigem Schiefer, gegen unten mit Thon und grauen Mergelschichten. Charakterisirt durch: *Apiocrinites Parkinsonii*, *Terebratula* (viele Arten), *Ostrea Marshii*, *Pecten fibrosus*, *Avi-*	400.

Aequivalente.	Gleichzeitie Eruptiv- und Tuffbildungen.
(43) Mergel mit: *Terebratula impressa* und *nucleata v. B.*, *Ammonites perarmatus* und *alternans v. B.* (44) Thon mit *Griphaea dilatata*, *Liriodon clavellatum*, *Ammonites sublaevis* u. *Lamberti*. Eiensandstein, gegen oben und gegen unten mit Thon, Schieferthon u. Eisenrogenstein wechselnd (Wasseralfingen und Aalen in Würtemb.). Charakterisirt durch: *Cidarites maximus Goldf.*, *Terebratula varians*, *Ostrea Marshii*, *Pecten disciformis*, *Lima proboscidea*, *Pholadomia Murchisoni*, *Lyriodon costatum*, *Belemnites semihastatus* und *Aalensis*, *Ammonites Jason*, *Koenigii* und *Murchinsonae v. B.* (46) Thon mit: *Lyriodon navis*, *Gervillia pernoides Goldf.* *Nucula Hammeri*, *Cytherea trigonellaris*. Nach Thurmann, Essai sur les soulèvemens jurassiques und nach Gräfsli in den Schweizer Denkschriften 1837, 1840 und 1841 im Juragebirge: *Portlandien* = 40. *Corallien* = 43. *Oxfordien* = 43. *Oolitique* = 46. In der Schweiz und im Jura. [Jahrb. 1832 S. 70, 1835 S. 668, 1836 S. 659, 1840 S. 515.] In Süddeutschland. [Graf v. Mandelsloh, geognost. Profile der schwäbischen Alp 1834, Fromherz, die Juraformation im Breisgau 1838, Jahrb. 1831 S. 429, 1836 S. 667, 1838 S. 17 und 459, Quenstedt und Zimmermann, Jahrb. 1843 S. 790. In Norddeutschland. [Hoffmann, Uebers. des nordwestl. Deutschl. 1830, Römer, d. Verst. d. norddeutsch. Oolithen-Gebirge 1835 und 1836, Jahrb. 1835 S. 144, 1838 S. 365.] Bei Hohnstein in Sachsen. [Cotta, geogn. Wander. II.]	

Formationen.	Normalreihe der Schichtgesteine im mittleren Europa.	Mächtigkeit.
Juraformation.	*cula costata Sow.*, *Modiola*, *Lyriodon costatum*, *Serpula*. Hierzu gehört auch der Kalkschiefer von *Stonesfield* mit Resten von Landpflanzen, Vögeln und Säugethieren [Jahrb. 1838 S. 720, 1839 S. 496, 628 und 729.] u. die *Fullers-earth* (Walkerde) in Wiltshire.	
	46) Unterer Oolith (*Great-Oolite* und *inferior Oolite*). Ein Wechsel von festen und weniger festen gröfstentheils oolithischen Kalksteinschichten mit: *Terebratula concinna*, *spinosa*, *vicinalis* und *ornithocephala*, *Ostrea Marshii* >, und *gregaria*, *Pecten fibrosus* >, *lens* und *aequivalvis*, *Lima gigantea*, *Liriodon*, *Cardium*, *Pleurotomaria Anglica* und *conoidea*, *Belemniten*, *Ammonites discus* und *Brackenridgii*. Hierzu gehören auch der *Bath-Oolite*, der *Freestone*, der *Marly Sandstone*, einiger Ironsand u. einiger Eisenrogenstein.	300.
Liasformation. Ausgestorb. Meeresthiere, vorherrsch. *Cephalopoden* u. *Saurier*.	In Würtemberg. [Nach v. Buch, Jura in Deutschland, und Graf v. Mandelsloh, geogn. Profile.]	
	47) Liasschiefer, dunkler, meist bituminöser Schieferthon (darin Septarien) oder Mergel (oft Tutenmergel) mit dünnen Kalkstein- und Mergelzwischenschichten. Charakterisirt durch *Pentacrinites subangularis* und *Briareus*, *Posidonomya Becheri* (bildet den Posidonienschiefer), *Inoceramus rugosus*, *Avicula monotis* und *substriata*, *Liriodon navis*, *Belemnites digitalis* und viele andere Arten (bilden den Belemnitenschiefer), *Ammonites fimbricatus*, *radiatus*, *annulatus* u. *Davoei v. B.*, auch viele Ichthyosaurier.	500 bis 600.

Aequivalente.	Gleichzeitige Eruptiv- und Tuffbildungen.
In Oberschlesien. [Nach v. Carnal's bergmänn. Taschenbuch für 1845, I.] Kalkstein von Lubschau. Bunter Thon von Lubschau und Chorzow. Thon mit Thoneisensteinablagerungen (Landsberg, Oppeln). Kalkstein von Opatowitz. In Polen. [Pusch, geognostische Beschreibung von Polen 1833 und Polens Paläontologie 1837.] In Galizien und Podolien. [Jahrb. 1836 S. 235, 1837 S. 1.] In Rufsland. [Jahrb. 1842 S. 247, 1843 S. 814, 1844 S. 84.] In Frankreich. [Jahrb. 1831 S. 447 und 449, 1833 S. 97, 1838 S. 710, 1844 S. 97.] In Italien. [Jahrb. 1836 S. 200.] In Sutherlandshire mit Kohleneinlagerungen und Süfswasserfossilien. [Jahrb. 1844 S. 622.]	
Lias in England aus einem vielfachen Wechsel von Mergel-, Kalkstein- und Thonschichten bestehend, z. B. bei Lime-Regis, mit sehr viel Sauriern, Koprolithen und Ammoniten. Bei Whitby in Yorkshire enthält die Formation Kohlen u. eine Menge Landpflanzen in braunem Schieferthon, z. B. *Pachypteris ovata*, *Zamia pectiniformis*, *Mantellia megalophylla*, *Brachyphyllum mammillare*. [Phillips, Illustrations of the Geology of Yorkshire, Jahrb. 1833 S. 352, 1836 S. 738.] In Westphalen. [Jahrb. 1837 S. 112.] Am Harz. [Jahrb. 1835 S. 141.] Bei Bayreuth. [Jahrb. 1841 S. 576.] Bei Gotha. [Jahrb. 1839 S. 389.] Im Breisgau. [Jahrb. 1839 S. 349.]	Granit? [Jahrb. 1835 S. 105.]

Formationen.	Normalreihe der Schichtgesteine im mittleren Europa.	Mächtigkeit.
Liasformation.	48) **Liaskalk**, dichter, dunkler, meist bituminöser Kalkstein mit dünnen Mergelzwischenlagen. Darin: *Pentacriniten*, *Terebratula tetraëdra* > und *numismalis* >, *Gryphaea cymbium* >, *Plicatula spinosa*, *Lima gigantea*, *Pholadomya ambigua Sow.*, *Belemnites paxillosus* und *acuarius v. Schl.*, ***Ammonites*** *serpentinus*, *Amaltheus*, *costatus*, *planicosta* >, *striatus* und *bifrons*, *Lepidotus gigas* und andere Fische, auch Saurier.	100 bis 250.
	49) **Liassandstein**, gelber oder brauner eisenschüssiger Sandstein mit Zwischenlagen von Sandstein, bezeichnet durch: *Trigonotreta Walcotti* >, ***Gryphaea cymbium*** >, *Lima gigantea* >, *Pinna Hartmanni v. Ziet.*, *Nautilus aratus*, ***Ammonites Bucklandi*** >, *Conybeari*, *Brookii* und *rotiformis*.	150 bis 230.
Keuperformation. (Wenig organische Reste.)	In Würtemberg (*Trias*). [Nach v. Alberti, Monograph. d. bunt. Sandst., Muschelk. und Keupers, 1834, (wo S. 340 die vollständ. Literat. bis 1834 zu finden.). Jahrb. 1834 S. 406, 1838 S. 459, 1837 S. 727, 1844 S. 37.]	
	50) **Sandstein von Tübingen**, weifs u. feinkörnig mit Resten von Fischen und Reptilien und wenigen Meeresmuscheln.	450.
	51) **Grobkörniger Sandstein** in Conglomerat und Kieselsandstein übergehend (Stubensandstein). Mit Nestern von Kohle. *Calamites arenaceus* und Saurier.	
	52) **Mergel** mit *Mya mactroides v. Schl.*, *Myophoria vulgaris* u. *Buccinum turbilinum* (?) *Goldf.*	
	53) **Gelblichgrauer feinkörniger Sand-**	

Aequivalente.	Gleichzeitige Eruptiv- und Tuffbildungen.
Bei Rottweil. [Jahrb. 1838 S. 460.] Am Jura. [Jahrb. 1836 S. 672.] Im nördl. Frankreich. [Jahrb. 1831 S. 332 und 1833 S. 98.] Im südl. Frankreich Arkose mit Erzen und Erzgängen (?). [Jahrb. 1834 S. 97.] Die Kalkstein-, Dolomiten- und Gypsbildung am Comer See, von Melapyr durchsetzt, z. Th. wohl Jura? [Jahrb. 1844 S. 865 und 867.] In Afrika. [Jahrb. 1834 S. 582, 1838 S. 197, 1845 S. 114.] In Rufsland. [Jahrb. 1838 S. 344 und 1840 S. 708.] Allgemein. [Jahrb. 1843 S. 127, 501 und 855, 1844 S. 127 und 764.]	Erzhaltige Schwerspathgänge im Charolais. [v. Beust, Werner's Gangtheorie S. 14.]

Trias in Thüringen. [Wackenroder, Beitr. zur Kenntn. der Thüringischen Flötzgeb. nebst idealem Prof. v. Zenker, Geinitz, Beitr. z. Kenntn. d. thüring. Muschelkalkgeb. 1837, B. Cotta, Darstell. d. Flötzform. bei Naumburg, Jena u. s. w. 1840, Jahrb. 1839 S. 282 u. 390, 1842 S. 576, 1844 S. 86.] (50—53) Bunter Mergel, Thon u. Sandstein, auch mit dünnen Thoneisensteinlagen. 100′ (54—56) Gyps, stockförmige Lager.	Bei Bayreuth enthält der Keupersandstein ein Schieferthon- u. Kohlenlager mit vielen Pflanzenresten, welche denen im Lias bei Whitby sehr gleichen, z. B. *Diplodictium obtusilobum Braun*, *Alethopteris Roesserti Presl.*, *Camptopteris crenata Presl.*, *Baiera dichotoma Braun*, *Cunninghamites sphenolepis Braun.* [Braun, Beitr. z. Urgesch. d. Pflanzen. H. I., 1843, Jahrb. 1836 S. 509, 1841 S. 576.]	

Formationen.	Normalreihe der Schichtgesteine im mittleren Europa.	Mächtigkeit.
Keuperformation. (Im Ganzen wenig organische Reste.)	stein (Bausandstein, Schilfsandstein), mit bunten Mergeln wechselnd, darin *Calamites arenaceus*, *Equisetites columnaris*, Farrenwedel, *Pterophyllum Jaegeri*. 54) Gyps u. Anhydrit mit dolomitischen bunten Mergeln, Salzthon u. Steinsalz, ohne Versteinerungen. 55) Gyps mit vielen Meeresmuscheln, z. B. *Avicula socialis*, *Myophoria vulgaris*, *M. Goldfussii* und *curvirostris*, *Nucula*, *Venericardia*, *Natica pulla Goldf.*, *Rostellaria*, Fisch- und Saurierreste. 56) Dolomit, oft porös mit Hornstein und Schwefelkies, sehr reich an Meeresmuscheln, zu denen des Gypses z. B. noch: *Plagiostoma lineatum* und *striatum*, *Pecten laevigatus*, *Lingula*, *Perna*, *Dentalium*, viele Fisch- und Saurierreste, die sogar als oberste Schicht dieses Dolomites zuweilen eine Knochenbreccie mit mergeligem Bindemittel bilden. 57) Grauer Kalkstein mit *Avicula*, *Mya* und *Myophoria*. 58) Sandstein, feinkörnig, grau, thonig mit Thongallen, oft der Schweizer Molasse ähnlich, mit Pflanzenresten, Muscheln, Fischen und Reptilien, denen der oberen Keuperglieder entsprechend. 59) Lettenkohle. 60) Schieferthon u. Mergelschiefer, gegen unten mit unregelmäfsigen Gypslagern. In den Schiefern: Landpflanzen, Muscheln, Fische und Saurier, z. B. *Equisetites columnaris*, *Taeniopteris vittata*, *Pterophyllum longifolium Brongn.*, *Lingula*, *Posidonomia* u. s. w.	450′.

Aequivalente.		Gleichzeitige Eruptiv- und Tuffbildungen.
(57—60) Lettenkohle, eingebettet in Schieferletten, mit Dolomit und Kalksteinschichten, darin Landpflanzen- und Fischreste. (Findet sich auch bei Rüdersdorf unweit Berlin wieder.)	Die Keupermergel derselben Gegend enthalten Zwischenlager von Kalkstein, Kieselkalkstein u. kalkigem Sandstein, schöne Septarien und die bei Coburg Adlersteine und Thoneisenstein, sowie auf Klüften des Sandsteines dunkelfarbigen feuerfesten Thon. Am Harz. [Jahrb. 1835 S. 390.] Warwick in England. [Jahrb. 1838 S. 216, 1841 S. 806.]	

Formationen.	Normalreihe der Schichtgesteine im mittleren Europa.	Mächtigkeit.
Muschelkalkformation.	61) Dolomit, hellfarbig, porös, deutlich geschichtet, in den nicht sehr porösen Abänderungen mit Meeresmuscheln ohne Schale. *Terebratula vulgaris*, *Pecten laevigatus* und *discites*, *Avicula socialis*, *Myophoria vulgaris*, *Goldfussii* und *curvirostris*, *Mya*, *Calyptrea*, *Trochus*, *Natica*, *Rostellaria*, *Buccinum*, *Nautilus bidorsatus*, *Conchorhynchus avirostris*.	50 bis 100′.
	62) Dolomitischer und z. Th. oolithischer Kalkstein mit Stacheln von *Cidarites grandaevus Goldf.*, *Ophiura scutellata*, *Myophoria vulgaris*, *Natica*, *Pemphix Sueurii*, Fisch- und Saurierresten.	60 bis 100′.
	63) Kalkstein von Friedrichshall, dunkelgrau, dünngeschichtet, mit Mergelschiefer wechselnd, darin: *Encrinites liliiformis*, *Lingula tenuissima*, *Terebratula vulgaris*, *Delthyris fragilis Goldf.*, *Ostrea*, *Pecten inaequistriatus*, *laevigatus*, *discites*, *Plagiostoma striatum* und *lineatum*, *Avicula Bronnii* und *socialis*, *Perna*, *Mytilus*, *Myophoria vulgaris* (und andere), *Nucula*, *Cucullaea*, *Mya*, *Calyptraea*, *Natica*, *Trochus*, *Turritella*, *Rostellaria*, *Buccinum*, *Nautilus bidorsatus*, *Ceradites nodosus*, *Conchorhynchus avirostris*, Fisch- u. Saurierreste (aufserdem auch Stylolithen und Wülste.)	
	64) Rogenstein mit *Gryphaea prisca Goldf.*, *Myophoria vulgaris* (und anderen), *Venus*.	
	65) Encrinitenkalk, 7—8′ mächtig, fast ganz aus Gliedern von *Encrinites liliiformis* bestehend.	
	66) Grauer dünngeschichteter Kalkstein	

Aequivalente.		Gleichzeitige Eruptiv- und Tuffbildungen.
(61--63?) **Grauer Kalkstein** u. **Dolomit** (Saurierdolomit) mit *Ceradites nodosus*, *Nautilus bidorsatus*, *Lima*, Fisch- und Saurierresten.	Am Harz. [Jahrb. 1835 S. 136.] In Westphalen. [Fr. Hoffmann, nordwestliches Deutschland, Jahrb. 1842 S. 309.]	
(64—67?) **Mehlbatzen**, dichter od. etwas poröser Kalkstein mit *Venus*, *Natica* u. *Rostellaria*.	In den Alpen (?). Jahrb. 1843 S. 457.] Bei St. Cassian in Tyrol (?). [Jahrb 1832 S. 421, 1834 S. 1, 1842 S. 119, 1843 S. 831, 1844 S. 711.]	Schwache Schwerspath- und Bleiglanz-Gänge b. Bruchsal in Baden.
(70) **Wellenkalk**, dünne knotige Kalksteinschichten und Mergelzwischenlagen enthalten als besondere Schichten **Kalkbreccie** und **Terebratulakalk**, mit *Terebratula vulgaris*, *Encrinites liliiformis*, *Pecten discites*, *Avicula socialis Myophoria vulgaris*, *Melania* u. s. w. (bei Dornburg Cölestin). Zuweilen Hornsteinschichten, selten Gypsstöcke darin.	Bei Tarnowitz in Schlesien so: **Dolomit** fast ohne Versteinerungen. **Galmei, Brauneisenstein** u. **Bleiglanz** führender Kalkstein. **Dichter Kalkstein** mit vielen Versteinerungen. [v. Oeynhausen, Versuch einer geognost. Beschreib. von Oberschlesien 1822, v. Karnal im bergmänn. Taschenb. für 1844, Jahrb. 1842 S. 451 und 1843 S. 783.] Zu Rüdersdorf unweit Berlin: Lettenkohle, Kalkstein, Gyps, Kalkstein. Bei Aix in Frank-	

Formationen.	Normalreihe der Schichtgesteine im mittleren Europa.	Mächtigkeit.
Muschelkalkformation. (Meeresmuscheln.)	mit gelben Thonschweifen, 20′ mächtig, fast nur Reste von Krebsen, *Pemphix Sueurii* enthaltend. 67) **Unterer Enkrinitenkalk**, dünn geschichtet, grau, von dunklen Thonlagen durchzogen, 13 — 14′ mächtig, voll Enkrinitenglieder, selten auch Seesterne enthaltend. (Noch zum Kalkstein von Friedrichshall gehörig.)	
	68) **Dolomitische Mergel**, meist gelb, von Hornstein und Quarz durchzogen, mit Thon und Stinkstein, ohne Versteinerungen. Gegen unten mit Gyps und Anhydrit wechselnd.	200 bis 400′.
	69) **Anhydrit** und **Gyps** mit **Salzthon**; **Steinsalz**, **Dolomit** und **Stinkstein**, stockförmig wechsellagernd. Vorherrschend grau. Steinsalz meist zuunterst. Ohne Versteinerungen.	
	70) **Wellenkalk**, ein Wechsel aus dünnen, unebenen, grauen Kalkstein- und Mergelschichten, gegen den Schwarzwald hin vertreten durch dolomitische Mergel u. Dolomit, in beiden zerstreute Meeresmuscheln u. wenig Korallen, im Kalk oft mit, im Dolomit stets ohne Schalen, z.B *Cerioporen*, *Gorgonien*, *Cidaritenstacheln*, *Seesterne*, *Encrinites liliiformis*, *Lingula tenuissima*, *Delthyris fragiliis Goldf.*, *Terebratula vulgaris*, *Ostreen*, *Pecten inaequistriatus*, *Plagiostoma* (3 Arten), *Avicula socialis*, *Myophoria vulgaris*, *Venus*, *Mya*, *Caliptraea*, *Natica*, *Trochus*, *Rostellaria*, *Buccinum*, *Nautilus bidorsatus*, *Ceradites nodosus*, selten Fische und Reptilien.	140 bis 200′.

Aequivalente.		Gleichzeitige Eruptiv- und Tuffbildungen.
	reich. [Jahrb. 1833 S. 348.] Bei Axmouth in England mit Fischresten. [Jahrb. 1841 S. 568.] In den Rheinländern. [v. Oeynhausen, v. Dechen und v. la Roche, Umrisse der Rheinländer 1825, zugleich über Jura, Lias, Keuper, bunten Sandstein u. Zechstein.]	Kupfererze sind eingedrungen. Bei Chessi vom Porphyr durchbrochen (?). [Jahrb. 1835 S. 521.]
(71) **Bunter Gypsmergel**, **braunrother u. grünlicher Mergelschiefer**, mit Zwischenlagen u. Adern von Hornstein, Thonstein und Fasergyps. Darin in einer mergeligen Thonsteinschicht *Myophoria Goldfussii* u. *Rhyzocorallium jenense Zenk.* (71) **Körniger od. porphyrartiger, auch gebogen schaliger Gyps.** Weifs oder grau, oft von Höhlenräumen durchzogen, 10—30′ mächtig. (72) **Weifser oder gelber Sandstein** bei Jena mit Phosphorit, Bitterspath u. Hornsteinkugeln.		

Formationen.	Normalreihe der Schichtgesteine im mittleren Europa.	Mächtigkeit.
Bunter Sandstein. (Wenig organische Reste.)	71) Bunter Schieferletten, rother, brauner und grünlicher Schieferthon und Mergel, häufig mit Gyps.	300 bis 1000′.
	72) Bunter Sandstein, dickgeschichteter, thoniger Sandstein, meist roth, doch auch weifs, gelb, bräunlich, braun, gestreift, gefleckt u. mit Thongallen. Darin selten Versteinerungen, einige Landpflanzen, wie *Calamites arenaceus*, *Anomopteris*, *Voltzia* und Saurierreste.	
	73) Vogesensandstein, meist grobkörniger, kieseliger Sandstein oder Conglomerat, meist roth, nur sehr selten mit Spuren von Pflanzen od. Reptilien. [Jahrb. 183 S. 338.] In den Vogesen.	
Zechsteinformation. (Viele Fische, einige Meeresmuscheln u. Zoophyten.)	In Thüringen. [Freiesleben, geogn. Arbeiten 1 und 2, Jahrb 1811 S. 116, 1836 S. 239, 1841 S. 243. 614, 615 und 637. 1842 S. 576, Hoffmann, Uebers. d. orogr. u. geogn. Verhältn. vom nordwestl. Deutschland 1830, Karsten's Arch. Bd. 18. H. 1. S. 119.]	
	74) Stinkstein, Letten u. Mergel, dolomitischer, meist poröser Kalkstein, Asche u. Gyps in unbestimmter, stockförmiger Lagerung, sich gegenseitig vertretend. Zuweilen noch verbunden mit Rogenstein, Eisenstein u. Steinsalz. Meist grau od. bräunlich, Gyps weifs. Darin oft Höhlen, z. B. in Dolomit bei Liebenstein, im Gyps bei Eisleben (Gypsschlotten). Versteinerungen ziemlich selten, am häufigsten noch in dem in Gestalt von Korallenriffen hervorragenden Dolomitfelsen (Bösseneck, Rahnis), die oft auch durch die Abtheilung 75 hindurch fortsetzen. *Gorgonia infundi-buliformis* und *anceps*, auch Terebrateln.	50 bis 120′.

Aequivalente.		Gleichzeitige Eruptiv- und Tuffbildungen.
(72) **Sandstein mit Schieferthon, Zwischenlagen** u. seltener mit Rogenstein wechselnd, darin bei Hildburghausen, Kissingen, Culmbach, Pölzig u. Jena Fährten von Säugethieren (?). [Jahrb. 1834 S. 641, 1835 S. 230, 232, 322 und 327, 1836 S. 111, 1837 S. 111 u. 244, 1839 S. 10 und 416, 1842 S. 125 u. 450.] Aehnliche u. Vogelfährten im ähnlichen Sandstein am Conecticut. [Jahrb. 1836 S. 467, 1841 S. 739, 1844 S. 248 u. 635, Philos. Mag. et Journ. of sc. 1844 Jan. S. 515.] In Mexiko. [Jahrb. 1840 S. 485.] In Sacorra. [Froriep's Notizen 1840 S. 330.] Auf der Halbinsel Wirrell. [Jahrb. 1839 S. 491.] In Cheshire. [Jahrb. 1839 S. 492.] Knochen von Chirotherien, von denen ein Theil der Fährten herzurühren scheint, in England. [Jahrb. 1842 S. 239.] (72) **Gelber und rother Sandstein**, ziemlich mächtig, ohne Versteinerungen. **Braunrother Schieferletten**, Thon u. Mergel.	Am Harz. [Jahrb. 1835 S. 134. Am Spessart [Kittel, geogn. Verhdl. der Umgeg. Aschaffenburgs 1840.] Bei Sulzbad mit Muschelkalkmusch. [Jahrb. 1838 S. 338.] Mit Pflanzen in den Vogesen. [Jahrb. 1840 S. 336 u. 1841 S. 337.] Mit Pflanzen in England (*New red Sandstone*). [Jahrb. 1841 S. 806], häufig mit Kupfer- u. auch m. Bleierzen, z. B. bei Bergzabern, Commern in Waldeck, Chessi u Orenburg (Permisches System). [Jahrb. 1835 S. 487, 1840 S. 338, 1841 S. 554, 1844 S. 83 u. 142.]	
Bei Löwenberg in Schlesien. [Karsten's Arch. B. 18 H. 1 S. 42.] Bei Riegelsdorf in Hessen. [Jahrb. 1819 S. 311, 1820 S. 105.] Bei Hanau. [Umrisse der Rheinländer v. O. v. Dechan und v. l. R. 1825 Th. 2.] Im Odenwald. [Jahrb. 1839 S. 418.] Bei Aschaffenburg. [Jahrb. 1840 S. 213, 1843 S. 106.] In Tyrol (?). [Jahrb. 1833 S. 33.] Bei Autun in Frankreich. [Jahrb. 1838 S. 601, 1841 S. 96.] In England vertreten durch den *Magnesian limestone* (oder dolomitisches oder kalkiges Conglomerat), ein Versteinerungen führendes dolomitisches Glied des *Newred sandstone*, darin Gorgonien, Strophomenen u. auch Fische, von denen die letzteren aber mit den deutschen Zechstein-		Schwerspathgänge, Kupfer- und Kobalterze.

Formationen.	Normalreihe der Schichtbildungen im mittleren Europa.	Mächtigkeit.
Zechsteinformation.	75) **Zechstein**, grauer, oft etwas poröser, stinkender, auch dolomitischer Kalkstein, regelmäfsig geschichtet. Selten mit einzelnen Versteinerungen, wie in 76, übergehend in:	20 bis 25′.
	76) **Mergelschiefer**, dunkelgrau bis schwarz, meist bituminös. (Der untere Theil wird von den Bergleuten Dach genannt.) Darin zuweilen in aufserordentlicher Menge ***Strophomena aculeata***, seltener *Gorgonien*, *Delthyris undulata Sow.*, *Terebratula Schlotheimii v. B.*, *Nautilus*, *Cucullaea*, *Pinna* und Fische.	
	77) **Kupferschiefer**, dunkelgrau bis schwarz, zuweilen mit vielen reichen Kupfererzen. Darin sehr viel meist gekrümmte Fische, besonders ***Palaeoniscus Freieslebeni*** u. ähnliche Arten, seltener Pflanzenreste, z. B. *Cupressites Ullmanni*.	1 bis 3′.
	78) **Weifsliegendes.** Grauer, oft conglomeratartiger Sandstein, häufig mit Kupfererzen, zuweilen nur mit grünen und blauen Flecken.	
Rothliegendes. (Landpflanzen.)	**In Sachsen.** [**Naumann**, Erläuterungen H. I., II. und V., v. **Gutbier**, Zwickauer Schwarzkohlengeb. 1834.]	
	79) **Rothliegendes.** Grobes Conglomerat mit Geschieben von Porphyr, Granit, Syenit, Gneifs, Glimmerschiefer, Thonschiefer, Kieselschiefer u. Quarz, u. arkoseartigem Bindemittel, bildet mächtige Schichten, die unregelmäfsig mit untergeordneten Lagen von Sandsteinbindemittel ohne Geschiebe u. mit sandigem Schieferthon wechseln; viel Eisenoxyd verleiht dem Ganzen rothe od. braunrothe Färbung. Organische Reste sind darin	300 bis 600′.

Aequivalente.	Gleichzeitige Eruptiv- und Tuffbildungen.
fischen nicht identisch sind. [Murchison, Silurian System I., 46.] In Rufsland von Murchison zu dem Permischen System gerechnet. [Jahrb. 1842 S. 92, 1844 S. 51, 83 147 und 732.] Auch Kupfersandstein genannt. [Jahrb. 1844 S. 741.]	
Am Thüringer Wald aus groben, meist braunrothen Conglomeraten, arkoseartigen u. gewöhnlichen braunroth. Sandsteinen, Brecciengesteinen, Conglomeraten u. Schieferthonen bestehend, gegen unten innig mit kohlenführenden grauen Sandsteinen und Schieferthonen verbunden, darin Abdrücke von Farrenkräutern, Calamiten, Sphänophyllen und Asterophyllen, auch Psaronien. [Jahrb. 1833 S. 112 und 408, 1844 S. 333, Credner, geogn. Verhältnisse Thüringens 1843. Jahrb. 1845 S. 77.] Am Kiffhäuser grobes Conglomerat mit vielen u. grofsen Dendrolithen. [Jahrb. 1830 S. 144.]	Viele Porphyre scheinen kurz vorher od. sogar gleichzeitig emporgedrungen zu sein und als Contactbildungen die Felsittuffe (Thonsteine) u. dergl. veranlafst zu haben. Auch die Entstehung von Eisenstein- und

Formationen.	Normalreihe der Schichtgesteine im mittleren Europa.	Mächtigkeit.
Rothliegendes.	sehr selten, höchstens Spuren der in 81 enthaltenen.	
	80) Porphyrbreccie, übergehend in Porphyrsandstein (Arkose, im Dresdener Kohlenbassin).	
	81) Thonstein, undeutlich geschichtet u. unregelmäfsig gelagert, meist röthl., hier u. da übergehend in glimmerreichen Sandstein u. in Schieferthon, aufserdem Hornsteinlager enthaltend. Darin Pflanzenreste, besonders Farrenkrautabdrücke u. verkieselte Baumstammtheile, Dendrolithen, z. B. *Psaronius helmintholithus*, *Tubicaulis*, *Medullosa*, *Calamitea*. Zuweilen sind ganze Hornsteinschichten als umgewandelte Pflanzenanhäufungen zu betrachten (Rüdigsdorf). Der Thonstein scheint gröfstentheils eine Tuffbildung gleichzeitiger Porphyreruptionen zu sein.	100 bis 300′.
Steinkohlenformation.	Bei Dresden.	
	82) Sandstein und Schieferthon, von weifser, gelber und grünlicher Färbung mit geringmächtigen Einlagerungen von Dolomit, Steinkohle und Hornstein (Schweinsdorf). Versteinerungen nicht bekannt.	400′.
	83) Grünliche, graue u. röthliche Thonsteine u. Schieferthon mit einem Kalklager (Fufs des Windberges).	400′.
	84) Grauer, grünlicher und grauweifser Kohlensandstein, oft conglomeratartig, dunkler Schieferthon, Thon-	600 bis 700′.

Aequivalente.	Gleichzeitige Eruptiv- und Tuffbildungen.
Am südlichen Harzrande und bei Halle, Conglomerat und Schieferthon mit Kalksteinlagern, vielleicht auch Steinkohlenlager enthaltend. [Karsten's Arch. Bd. 18. S. 139 u. f.] In der Pfalz mit Quecksilbererzlagern (b. Moschel). [Jahrb. 1822 S. 139 und 611.] In Böhmen, z. B. bei Neupaka mit vielen schönen Dendrolithen, besonders Psaronien. [Zippe, die Flötzgebirge Böhmens.] In Schlesien, besonders in der Grafsch. Glatz, mit dem Kohlengebirge eng verbunden (wie am Thüringer Walde). Da auch Kalklager mit Fischresten enthaltend, namentlich *Paleoniscus Vratislavensis Ag.* [Jahrb. 1816 S. 112, v. Zobel und Carnal in Karsten's Arch. 1832, IV., Beyrich, daselbst Bd. 18.] In Frankreich, Loire, Rhone, Saône, bei Autun mit schönen Dendrolithen. [Jahrb 1837 S. 492, u. vergl. unter Kohlenformation.] In England vertreten durch den *New-red-sandstone*, der z. B. bei Allesley auch verkieselte Dendrolithen enthält. [Jahrb. 1838 S. 216.]	Mangangängen dürfte in diese Periode gehören und scheint die rothe Färbung der Conglomerate u. Sandsteine veranlafst zu haben. Die Porphyre liegen zuweilen regelmäfsig dazwischen.
Die Kohlenablagerungen am Thüringer Wald, am Harzrand u. in Schlesien, obwohl petrographisch den sächsischen ähnlich, sind dennoch, wie erwähnt, vielleicht mehr zum Rothliegenden zu rechnen. [Vergl. obige Citate.] In Böhmen. [Jahrb. 1832 S. 94, 1840 S. 786, 1843 S. 757 und Sternberg's Flora der Vorwelt.] In Oesterreich. [Bergwerksfreund 1843 Bd. 5. S. 538.] In Westphalen. [Jahrb. 1826 I. S. 539, 1841 S. 779.] An der Saar, mit sehr vielen Kohlenlagern, zugleich auch Thoneisenstein enthaltend. In Belgien, mit sehr vielen, stark gebogenen u.	Porphyre und vielleicht auch Grünsteine.

Formationen.	Normalreihe der Schichtgesteine im mittleren Europa.	Mächtigkeit.
Steinkohlenformation. (Mit vielen Landpflanzen.)	stein und Steinkohlenlager, vielfach in regelmäfsigen Schichten mit einander wechselnd, bei Dresden nur wenige, bei Zwickau dagegen sehr viele deutliche Pflanzenreste (meist als Abdrücke in Schieferthon) enthaltend, z. B. *Calamites Succowii*, *cruciatus Stb.* und andere, *Sigillaria* (mehre Arten), *Pecopteris* (viele Arten), *Neuropteris* (viele Arten), *Sphaenopteris elegans* (und viele andere Arten), *Sphaenophyllum*, *Annularia*, *Asterophyllites*, *Lepidodendron* (viele Arten), *Stigmaria ficoides*. Bei Hainichen in Sachsen. 85) Grobes, graues Conglomerat u. arkoseartiger Sandstein mit Kohlenschmitzen, gegen oben in die Gebilde von 84 übergehend. Das Conglomerat enthält keine Porphyrgeschiebe, aber z. Th. noch aufrechte Stämme von *Lepidodendron*, *Calamites* und *Knorria*, die von den Arten in 84 abweichen. (85 ist vielleicht der deutsche Vertreter von 86.) In England. [Phillips, treatise on Geology 1837.] 86) *Millstonegrit* (oder flötzleerer Sandstein), oft grobkörniger oder conglomeratartiger Sandstein, Schieferthon, Eisenstein und dünne Kalksteinlager umschliefsend. In den Sandsteinen u. Schieferthonen Pflanzenreste, ähnlich denen in 84, in den Kalksteinlagern Meeresmuscheln, die mit denen von 87 bis 89 ziemlich übereinstimmen.	

Aequivalente.	Gleichzeitige Eruptiv- und Tuffbildungen.
geknickten Kohlenflötzen. [Jahrb. 1826 I. S. 544, 1833 S. 204 und 507.] In England, *Coal messures* genannt, besonders mächtig und kohlenreich und zugleich ergiebige Thoneisensteinflötze enthaltend. [Jahrb. 1833 S. 622, 1834 S. 84 und 468, 1843 S. 83, Murchison, Silurian System 1839 Cap. VI., Phillips, geology of Yorkshire.] In Frankreich. [Jahrb. 1839 S. 580, Karsten's Arch. 1843, Bd. 17. S. 52, Burat, sur le gisment de la houille dans le bassin de Saone et Loire 1844, Elie de Beaumont, Explication de la carte géol. d. l. France 1841.] In den Pyrenäen. [Jahrb. 1842 S. 860.] In Spanien. [Jahrb. 1840 S. 369.] In Oberitalien (?). [Jahrb. 1834 S. 692.] In Polen. [Jahrb. 1833 S. 170.] In Rufsland. [Jahrb. 1839 S. 615 und 711, 1841 S. 193, 1842 S. 246, 1843 S. 109, 1844 S. 83.] In Amerika. [Jahrb. 1843 S. 866, 1844 S. 495.] *Nova Scotia.* [Philos. Mag. 1844 p. 90.] In Asien. [Jahrb. 1831 S. 323.] Im Erzgebirge bei Schönfeld, zwischen Porphyr eingeklemmt. [Jahrb. 1822 S. 112.] Ueber d. Kohlenformation im Allgemeinen vergleiche: [Jahrb. 1832 S. 429, 1839 S. 211 und 485, 1841 S. 244, 378 und 432, 1844 S. 119, Bergwerksfreund 1844, S. 111, Königsberger naturwissenschaftliche Unterhaltungen, H. 1, Froriep's Notizen, Bd. 15. 1840, S. 177, v. Leonhardt in der deutschen Vierteljahrsschr. 1838.]	Glimmerporphyr am Thüringer Wald.

Formationen.	Normalreihe der Schichtgesteine im mittleren Europa.	Mächtigkeit.
Kohlenkalkstein. (*Carboniferous limestone.*)	87) *Joredale rocks*, Kalkstein-, Sandstein- und Kohlenlager. 88) *Scar limestone*, Kalkstein. 89) Kalkstein mit oft rothen Sandsteinen wechselnd. Oder: Schiefer, Kalkstein, Schiefer. Darin viele Korallen, *Crinoideen* und Fischzähne, auch Muscheln, z. B. *Rhodocrinites verus*, *Platycrinites laevis*, *Actinocrinites*, *Cyathocrinites*, *Potocrinites*, *Pentatremites*, *Terebratula ambigua* und *radialis Phill.*, *Trigonotreta*, *aperturata*, *Spirifer* (viele Arten), *Productus hemisphaericus*, *P. Martini* und *conoides Sow.*, *P. punctatus*, *P. setosus* und *costatus Phill.*	500 bis 900′.
Obere Grauwacke. (*Old-red-Sandstone.*)	99) Rothes Conglomerat, oft sehr quarzreich, und brauner Sandstein ohne organische Reste. 100) *Cornstone*, rothe und grünliche Kalksteine mit eigenthümlichen Concretionen, wechselnd mit fleckigen Thonmergeln und Sandsteinschichten. Darin viele Fischreste, besonders aus den Gattungen *Cephalapsis* und *Onchus*. 101) *Tilstone*, dünnlagige, oft sehr glimmerreiche und biegsame, oder quarzige und harte, rothe und grünliche Sandsteine; darin viele noch nicht bestimmte Arten von *Arca*, *Avicula*, *Bellerophon*, *Cucullaea*, *Lingula*, *Terebratula*, *Turbo*, *Turritella*, *Trochus*, und Hilfsarme von *Cyathocrinites*. [Jahrb. 1834 S. 85, 1836 S. 404 und 414, 1839 S. 418, 1840 S. 237, 239 und 240, 1841 S. 765, 1843 S. 618 und 621. Transact. of the geol. soc. V. 1814 p. 633, Philos. Magaz. 1844 N. 159. p. 246. Die vielen Fische, welche die Format. in England enth., sind beschrieben in: Agassiz, Monographie d. Pois. foss. du syst. dévonien 1844. Vgl. Jahrb. 1843 S. 750.]	10000′.

Aequivalente.	Gleichzeitige Eruptiv- und Tuffbildungen.
In **Deutschland** (Kalkstein bei Oberkunzendorf in Schlesien und Gattendorf bei Hof). [Karsten's Arch. Bd. 18. S. 15, 18 und 29.] In **Belgien** sehr entwickelt mit Galmeylagern, und von da nach den westphälischen Kohlendistricten verbreitet. [Jahrb. 1813 S. 471, 1832 S. 330, 1833 S. 204 1841 S. 783.] In **England**. [Jahrb. 1834 S. 362, 1836 S. 414; Philos. Magaz. 1844 N. 159. p. 246.] In **Frankreich**. [Jahrb. 1832 S. 330.] In **Amerika**. [Jahrb. 1834 S. 730, 1835 S. 83.] In **Rufsland**. [Jahrb. 1841 S. 192, 1842 S. 92, 1843 S. 843, 1844 S. 81.] Als Theil des Devonischen Systemes in England, Belgien u. Deutschland. [Jahrb. 1841 S. 763, 770, 772, 779 und 810; Sedgwick und Murchison, paläzoische Gebilde, übers. v. Leonhard 1844.]	
Die einzelnen Glieder der englischen Grauwacke sind in **Deutschland**, wo die **Gesteine** der ganzen Grauwackenabtheilung sehr wenig Unterscheidungen zulassen, vielmehr fast überall vorherrschend aus Thonschiefer und Grauwackenschiefer, wechselnd mit Grauwacke und Grauwackensandstein, bestehen, in deren Hauptmasse Quarzschiefer, Kieselschiefer, Alaunschiefer, Kalkstein und Eisenstein als untergeordnete Einlagerungen eintreten, noch nicht speciell nachgewiesen, und nur erst in den neueren Arbeiten seit 1840 sind einige Vergleichungen versucht worden. Die besten Zusammenstellungen hierüber findet man in **Sedgwick** und **Murchison**, paläzoische Gebilde, übers. v. **Leonhard** 1844, und in **Römer**, rheinisches Uebergangsgebirge 1844. Letzterer bringt das rheinische Uebergangsgebirge in 2 Abtheilungen. Die **obere**	In Deutschland werden die Grauwackenbildungen besonders häufig von **Grünsteinen** durchsetzt, die z. Th. mit ihnen von ziemlich gleichem Alter sind, wie aus den, Grauwackenversteinerungen enthaltenden Grünsteintuffen, z. B. im Voigtlande, hervorgeht. Mehre Grauwackengebiete enthal-

Formationen.	Normalreihe der Schichtgesteine im mittleren Europa.	Mächtigkeit.
Mittlere Grauwacke. (Silurian - System.) (Ludlow - Rock.)	102) **Oberer Ludlow-Fels**, etwas glimmeriger, grauer, dünn geschichteter Sandstein. Darin: *Trigonotreta* (*Atrypa* und *Orthis*), *Strophomena* (*Leptaena*) *lata*, *Orbicula*, *Cypricardia*, *Avicula retroflexa His.*, *Pleurotomaria*, *Turbo*, *Serpula*, *Orthoceratites*, *Homalonotus Knightii*.	1500′.
	103) *Aymestry-* und *Sedgeley*-**Kalkstein**, etwas krystallinischer oder grauer und blauer thoniger Kalkstein mit ***Favosites Gothlandica***, *Lam.*, *Avicula reticulata His.*, *Lingula Lewisii Murch.*, *Gypidia Conchidium*, *Atrypa affinis v. B.*, *Terebratula Wilsoni Sow.*, *Bellerophon Aymestriensis Murch.*	
	104) **Unterer Ludlow-Fels**, sandiger dunkler Schiefer mit Concretionen erdigen Kalksteines. Darin: *Cardiola interrupta*, *Gypidia* (*Pentamerus*), *Atrypa*, *Lituites giganteus Murch.*, *Graptolites Ludensis*, *Orthoceratites filosum* und *pyriforme Murch.*, *Phragmoceras nautileum Murch.* *Asaphus caudatus*, *Calymene Blumenbachii*.	
(Wenlock- u. Dudley-Rock.)	105) **Wenlock- und Dudley-Kalk**, etwas krystallinische, grau- und bläulichgraue Kalksteine, oft mit Concretionen. Darin besonders viele **Korallen** und **Crinoideen**, aufserdem: *Bellerophon tenuifascia*, *Euomphalus rugosus Sow.*, *E. discors*, *Conularia quadrisulcata*, *Pentamerus*, *Nerita spirata Sow.*, *Leptaena euglypha Murch.*, *Spirifer interlineatus Murch.*, *Terebratula cuneata Dalm.*, *Leptaena depressa*, *Orthoceratiten*, ***Asaphus caudatus***, ***Ca-***	1000′.

Aequivalente.	Gleichzeitige Eruptiv- und Tuffbildungen.
entspricht ungefähr dem **devonischen System** der Engländer, zeigt sich besonders entwickelt in der Eifel und deren Kalksteinen und wird charakterisirt durch: *Stromatopora polymorpha*, *Fungia praecox Goldf.*, *Cyathophyllum ceratites Goldf.*, *C. flexuosum*, *C. hexagonum Goldf.*, *C. quadrigeminum*, *Porites pyriformis Ehrb.*, *Calamopora Gothlandica Goldf.*, *C. polymorpha*, *C. spongites Goldf.*, *Cyathocriniten*, *Rhodocriniten*, *Melocriniten*, *Actinocriniten*, *Platycriniten*, *Cupressocriniten*, *Uncites gryphus*, *Trigonotreta cassidea*, *Calceola sandalina*, *Spirifer* und *Orthis* (viele Arten), *Terebratula concentrica v. B.*, *T. reticularis*, *T. primipilaris v. B.*, *Stringocephalus Burtini*, *Posidonia Becheri*, *Pleurotomaria* und *Euomphalus* (mehre Arten), *Goniatites crenistria Phill.*, *G. Höninghausi*, *G. retrorsus v. B.*, *Orthoceratites inflatus v. Schl.*, *O. striolatus v. M.*, *Cyrtoceratites*, *Phacops latifrons*, *Pleurocanthus punctatus Röm.*, *Bronteus.* Zu dieser deutschen Abtheilung (der Eifler Grauwacke) gehören wahrscheinlich: der gröfsere nordwestliche Theil der Harzer Grauwackenbildung, aus Grauwackenschiefer u. Kalkstein bestehend, namentlich bei Grund, Goslar, im Hopkethal, wo Eisensteine eingelagert sind, am Rammelsberge u. s. w. Die in Grauwackenschiefer eingelagerten Orthoceratiten- und Clymenien-Kalksteine des Fichtelgebirges bei Elbersreuth und Schübelhammer, mit welchen wieder die Grauwackenbildung des Thüringer Waldes und des Voigtlandes in so innigem Verbande	ten auch viele Erzgänge von etwas neuerer Entstehung, z. B. die des Harzes, und dahin sind auch die Spatheisensteingänge bei Siegen in Steyermark u. im Thüringer Walde u. Fichtelgebirge zu rechnen. Auch einige **Granite** scheinen dieser Periode anzugehören, da sie am Harz, im Fichtelgebirge u. s. w. die Grauwacke durchsetzt und verändert haben, in noch neuere Bildungen aber nicht eingedrungen sind. Der **Gneifs** des Fichtelgebirges lagert gröfstentheils über der Grauwacke.

Formationen.	Normalreihe der Schichtgesteine im mittleren Europa.	Mächtigkeit.
Mittle Grauwacke. (*Silurian-System.*) (*Wenlock- und Dudley-Rock.*)	*lymene Blumenbachii* und andere Trilobiten (Posidonienkalk in Devonshire). 106) Wenlock- und Dudley-Schiefer, dunkle, selten glimmerreiche Thonschiefer mit erdigen Kalksteinnieren. Darin: *Asaphus, caudatus, Calymene Blumenbachii, Lingula, Orthis, Cyrtia trapecoidalis, Delthyris, Orthocera annulata* und *Crinoideen.*	
(*Horderley- und May-Hill-Rock.*)	107) Caradoc-Sandstein. *a*) Dünnblättriger, sandiger Schiefer, gelblich und z. Th. glimmerreich, dazwischen dünne Sandstein- und unreine Kalksteinschichten. *Leptaena depressa Murch., Bellerophon bilobatus Murch., B. acutus Murch., Litorina striatella Murch., Orthis alternata Murch., O. callactis Dalm., O. canalis, Pentamerus laevis, P. oblongus, Trinucleus Caractaci Murch, Asaphus Powisii Murch.* *b*) Feinkörnige, dünnplattige, grünliche Sandsteine mit einzelnen kalkigen Zwischengliedern. *Avicula orbicularis Murch., Orthis Actoniae Murch., O. grandis Murch., Trinucleus Caractaci Murch., T. fimbriatus Murch.* *c*) Dickgeschichteter, feinkörniger, kieseliger Sandstein, röthlich oder grünlich, mit einzelnen unregelmäfsigen, unreinen Kalksteingliedern. *Orthis testudinaria Dalm., O. Pecten Dalm., Leptaena sericea Murch., Orbicula punctata Murch., Avicula obliqua Murch.* *d*) Grober, conglomeratartiger Sandstein, röthlichbraun oder gelb, gegen unten sehr kalkig.	2000 bis 3000′.

Aequivalente.	Gleichzeitige Eruptiv- und Tuffbildungen.
steht, dafs man auch wohl die versteinerungsreichen Grünsteintuffe von Planschwitz und die, Grapholithen führenden Kieselschiefer von Ronneburg wird hierzu rechnen müssen. Ferner gehört hierher der Clymenien- und Orthoceratitenkalk von Glatz. [Jahrb. 1840 S. 97, 1841 S. 194 und 781, 1842 S. 379, 709 und 820, 1843 S. 411. 574, 595, 624 und 775, 1844 S. 687, Karsten's Arch. Bd. 18. S. 29.] Die untere Abtheilung Römer's entspricht dagegen ungefähr dem englischen Silur-System, und es gehören dazu die Grauwacken- und Grauwackenschiefer-Gebilde der eigentlichen Rheingegend, charakterisirt durch wenig Korallen und Crinoideen, *Pterinea truncata*, *Orthis semiradiata* (*Leptaena s. Sow.*), *Spirifer macropterus Röm.*, *S. ostiolatus v. Schl.*, *S. striatulus v. Schl.*, *Terebratula prisca v. Schl.*, wenig *Orthoceratiten* und *Goniatiten*, *Homalonotus Knightii*, *Pleuracanthus lacinatus Röm.*, *Phacops latifrons*. Zu dieser rheinischen Grauwacke werden zu rechnen sein: die Grauwackengebilde des südöstlichen Harzes und wahrscheinlich auch ein grofser Theil der böhmischen Grauwackengebilde, z. B. die dunklen Schiefer- und Kalksteine mit *Crinoideen*, *Trilobiten* und *Orthoceratiten* in der Umgegend von Prag, Ginetz, Horsowitz u. s. w. [Jahrb. 1831 S. 95, 1841 S. 786, 1845 S. 59.], vielleicht auch die in Grauwackenschiefer lagernden Kalksteine mit *Calamoporen* und *Orthoceratiten* der Gegend von Gratz in Steyermark, wenn sie nicht mit den böhmischen der oberen Abtheilung zugehören. Auch in den übrigen europäischen Ländern und in Nordamerika sind die einzelnen Grauwacken-	

Formationen.	Normalreihe der Schichtgesteine im mittleren Europa.	Mächtigkeit.
Mittlere Grauwacke (*Silurian - System*). (*Horderley- und May - Hill - Rock.*)	*Orthis anomala Murch.*, *Pentamerus oblongus*, *Calamopora fibrosa Goldf.*, *Trinucleus* und *Entomostracites*. *e*) Rother, schmuzig gelber und grünlicher Sandstein. 108) **Llandeilo Flags**, dunkle, zuweilen glimmerreiche, oft kalkige Plattensteine, von weifsen Kalkspathadern durchzogen. *Asaphus Buchii*, *A. tyrannus Murch.*, *Trinucleus*. Ueber die englische Grauwacke finden sich noch einige wichtige Auszüge und Notizen [Jahrb. 1834 S. 861. 1836 S. 413, 1839 S. 448, 1840 S. 237 und 240, 1841 S. 810, 1843 S. 619 und 612; Philos. Magaz. 1841 N. 159. p. 246 und Annal. d. sc. géolog. 1843 N. 1. p. 46.]	
Untere Grauwacke. (*Cambrian - System.*)	**In Sachsen.** [Erläuter. H. I., II., III. und V.] 109) **Thonschiefer u. Grauwackenschiefer.** Zuweilen wechselnd mit feinkörnigem Grauwackensandstein zwischen Grofsenhain und Görlitz. Ganz ohne Versteinerungen. Bei Radisch sehr quarzige Sandsteinlager, bei Niedernaundorf graue, z. Th. körnige Kalksteinlager enthaltend.	20000 bis 30000′.

Aequivalente.	Gleichzeitige Eruptiv- und Tuffbildungen.
glieder noch nicht ganz scharf gesondert und mit der englischen Normalreihe parallelisirt. Hier folgen nur einige Citate darüber: In **Belgien.** [Jahrb. 1832 S. 330, 1840 S. 115.] In **Frankreich.** [**Dufrénoy**, Explication de la carte géolog. d. l. France Cap. II., III. und IV., Jahrb. 1832 S. 330. 1844 S. 238.] In **Spanien.** [Jahrb. 1840 S. 221.] In **Skandinavien.** [Jahrb. 1818 S. 212, 1844 S. 619, 1845 S. 47.] In **Rufsland.** [Jahrb. 1841 S. 191, 1843 S. 41, 1844 S. 41 und 81.] In **Nordamerika** ist diese Gruppe jedenfalls sehr entwickelt und enthält mächtige Anthrazitlager, wird auch durch sehr viele Trilobiten charakterisirt. [Jahrb. 1833 S. 205, 206 und 212, 1843 S. 866; **de Castelnau**, sur le syst. Silurien de l'Amérique septentrionale, Paris 1843.] Auch kennt man Spuren davon in **Süd-Amerika** [Jahrb. 1843 S. 856.], und in **Süd-Afrika.** [Jahrb. 1838 S. 181.] Im Fichtelgebirge ist der Thonschiefer dieser Formation in der Nähe des Granites bei Gefrees in Chiastolithschiefer umgewandelt.	
Das Cambrische System (*Sedgwick's*) ist in England wieder zweifelhaft gemacht worden, aber ein Theil des sogenannten *Killas* ist vielleicht doch hierher zu rechnen, während ein anderer Theil davon vielleicht zur folgenden Abtheilung gehört. Andere Parallelbildungen sind noch nicht nachgewiesen. Wahrscheinlich ist jedoch auch die Grauwackenbildung nordwestlich von Freiberg hierher zu rechnen.	Von **Grünsteinen** und **Graniten** durchsetzt, welche wohl nicht viel neuer sein werden.

Formationen.	Normalreihe der Schichtgesteine im mittleren Europa.	Mächtigkeit.
Thonschiefer. (Ohne organische Reste.)	110) Thonschiefer in Dachschiefer und auch in Glimmerschiefer übergehend, mit untergeordneten Einlagerungen von Alaunschiefer (Tharand, Olbersdorf bei Chemnitz, Reichenbach im Voigtlande), Kieselschiefer und Quarzschiefer (Nossen, Nenntmannsdorf), Kalkstein (Tharand, Nenntmannsdorf, Maxen), Schaalsteinschiefer (Zelle bei Nossen). Aus diesen Localitäten geht zugleich die Verbreitung am Abhange und Fufse des Erzgebirges entlang hervor. Auch die Dachschieferbrüche der Gegend von Löfsnitz gehören dazu. In der Nähe des Granites geht dieser Thonschiefer häufig in Frucht- oder Knotenschiefer über.	10000 bis 20000′.
Glimmerschiefer. (Ohne organische Reste.)	111) Glimmerschiefer, in Sachsen mit untergeordneten Einlagerungen von Quarzschiefer (Dittersdorf und Gehlenau unw. Zchopau), körnigem Kalkstein (Rehfeld bei Altenberg), Hornblendeschiefer (Miltitz bei Meifsen), Gneifs u. s. w. Nirgends eine Spur organischer Reste. Quarzfels, körniger Kalkstein, erzreiche und andere Grünsteine, sowie wahre Erzgänge durchsetzen häufig den Glimmerschiefer, z. B. bei Schwarzenberg, verbreiten sich aber auch lagerförmig zwischen dessen Schieferung und Schichtung und sind in diesem Falle oft für gleichzeitige Lager gehalten worden.	10000 bis 20000′.

A e q u i v a l e n t e.	Gleichzeitige Eruptiv- und Tuffbildungen.
Dieser Thonschiefer, ohne alle organische Reste und selbst ohne sandsteinartige oder andere deutlich mechanisch sedimentäre Zwischenlager, ist bis jetzt nur in Sachsen als in gewissem Grade selbstständig erkannt. Da er aber allerdings auf der einen Seite in den Glimmerschiefer, auf der anderen in die untere Grauwacke verläuft, so ist seine Stellung und Selbstständigkeit jedenfalls etwas problematisch. Ich kenne ihn aufserhalb Sachsen wahrscheinlich bei Waldsassen in Baiern und am Jeschkengebirge in Böhmen; am letzteren Orte enthält er Kalkstein- und Quarzschiefereinlagerungen. [Erläuter. H. III.]	Vielfach von Grünsteinen durchsetzt und mit Grünsteinschiefern verbunden, die jedoch dennoch meist scharfe Grenzen wahrnehmen lassen.
Sollte der Glimmerschiefer ein durch Metamorphose gebildetes Gestein sein, so würde ihm der Natur der Sache nach keine besondere Formationsstelle zukommen; in Norddeutschland scheint derselbe indessen in der That im Allgemeinen überall seine Stelle unter der Grauwacke und über dem Gneifse einzunehmen. In den Alpen soll das anders sein, an der Furka z. B. enthält ein zwischen Granit eingeklemmtes glimmerschieferartiges Gestein Belemniten der Juraepoche. Dieser Glimmerschiefer unterscheidet sich indessen auch petrographisch sehr bedeutend von unserem norddeutschen. In dem gröfseren Gebiete der Alpen wechselt der Glimmerschiefer besonders häufig mit Talkschiefer, Chloritschiefer, Kalkglimmerschiefer u. Gneifs. [Jahrb. 1833 S. 700, 1834 S. 639, 1837 S. 598.] Im Fichtelgebirge mit mächtigen Einlagerungen von körnigem Kalkstein u. Brauneisenstein, z. Th. auch mit Graphit. [Jahrb. 1842 S. 817, 1843 S. 171.] Im Riesengebirge sehr mächtig entwickelt. [Jahrb. 1844 S. 787.] Ebenso im Böhmer-Wald, weniger im Thüringer-Wald. Fast in allen Erdtheilen bekannt. Häufig Kalksteinlager, seltener Graphit, Eisenstein, oder andere Erzlager enthaltend. Meist in Gebirgen.	Es sind im Glimmerschiefer Durchsetzungen aller krystallinischen Massengesteine und viele Erzgänge bekannt.

Formationen.	Normalreihe der Schichtgesteine im mittleren Europa.	Mächtigkeit
Gneifs. (Ohne organische Reste.)	112) Gneifs, in Sachsen mit untergeordneten Einlagerungen von Quarzschiefer (Freiberg, Frauenstein), Glimmerschiefer (Saida), körnigem Kalkstein und Dolomit. Doch sind diese letzteren in vielen Fällen auch eruptiv im Gneifse. Die sächsischen Erzgänge und namentlich die Freiberger gehören vorzugsweise dem Gneifse an, verhältnifsmäfsig nur selten verlaufen sie sie seiner Schieferung parallel, oft aber ist derselhe in ihrer Nähe durch Imprägnation erzhaltig.	30000 bis 30000′.

Aequivalente.	Gleichzeitige Eruptiv- und Tuffbildungen.
Einiger Gneifs, vielleicht vieler, ist offenbar eruptiv. [Jahrb. 1845 S. 211, 1843 S. 175, 1844 S. 444 und 681.] Diesem kommt natürlich keine normale oder Formationsstellung zu; dennoch befindet sich wenigstens in Norddeutschland der meiste in einer solchen normalen Stellung. Sollte Gneifs eine metamorphische Bildung sein (was seine häufig eruptive Natur noch nicht ausschliefst), so würde ihm ebenfalls keine normale Stellung zukommen. Das elliptische, mit Hornblendeschiefer und Glimmerschiefer innig verbundene Gneifsgebiet von Münchberg im Fichtelgebirge lagert deutlich auf oberer Grauwacke. [Jahrb. 1843 S. 171.] Wichtig ist auch seine innige Verbindung mit dem am meisten mineralisirten Gliede der Kohlenreihe, dem Graphit, z. B. bei Passau und in Calabrien. [Jahrb. 1826 I. S. 465.] Das Gestein ist über die ganze Erde bekannt u. besonders häufig in Gebirgen. [Jahrb. 1833 S. 700, 1834 S. 363, 1836 S. 372, 1837 S. 684, 1838 S. 212, 1844 S. 96.]	Es sind im Gneifs Durchsetzungen aller Massengesteine und vieler Erzgänge bekannt.

Index.

Alaunschiefer 97, 104.
Alluvialgebilde
Alluvium 57.
Alter Flötzkalk = Zechsteinformation 88.
Anhydrit des Muschelkalks 86.
Argile vealdienne 73.
Arkose 81.
Asburnhambebs 74.
Asburnham - Lager 74.
Asche 88.
Asphaltseen 57.
Aymestry - Kalkstein 88.
Basalt 57.
Bath - Oolite 78.
Belemnitenschiefer 78.
Bergkalk = Kohlenkalkstein 96.
Bohnerzablagerungen 59.
Bonebed = Knochenlager, mehre in der schwäb. Triasgruppe.
Bradfordthon 76.
Braunkohle 64.
Braunkohlenformation 64.
Braunkohlengebilde 65.
Braunkohlen- u. Schwefellager 61.
Braunkohlensandstein 64.
Braunkohlenthon 64.
Bunter Gypsmergel 87.
Bunter Mergel 83.
Bunter Sandstein 88.
Cambrian - System 102, 103.
Carodoc-Sandstein 100.
Carboniferous limestone 96.
Chalk 66.
Chalk - marl 68.
Clymenienkalk 99, 101.
Coal messures 95.
Conglomerat von Hainichen 94.
Corallien 77.
Coral - rag 76.
Cornbrash 76.
Cornstone 96.
Deltabildungen 57.
Devonisches System 99.
Diluvialgebilde 58.
Diluvium 57.
Dirt bed 73.
Dolerit 57.
Dudley - Kalk 98.
Dudley - Rock 98, 100.
Dudley - Schiefer 100.
Dünensand 56.
Eisenrogenstein 78.
Eisensandstein 77.
Eisenstein 71, 64, 73, 74, 77, 79, 85, 91, 97, 99, 107.
Encrinal limestone = Carboniferous limestone 96.
Encrinitenkalk 84.
Erratische Blöcke 56.
Erzgänge 81, 85, 87, 89, 93, 99, 105, 106, 107.
Erzlager 65, 85, 87, 89, 93, 97, 104.
Erzlager von Tarnowitz 85.
Fährtensandstein 89.
Faluns 61.
Felsittuffe 91.
Feuersteine der Kreide 66.

Firestone 68.
Flammenmergel 69.
Flisch 67.
Flötzleerer Sandstein 94.
Flufsablagerungen 56.
Folkstone - marl 68.
Forest - marble 76.
Freestone 78.
Fucoidensandstein 71.
Fullers - earth 78.
Galt = Gault 68.
Glarener Schiefer 67.
Glauconie sableux 71.
Glimmerporphyre 95.
Glimmerschiefer 104, 105.
Gneifs 99, 106, 107.
Golt 68.
Granit 79, 99, 103.
Graphit 107.
Grauliegendes = Weifsliegendes 90.
Grauwacke 102.
Great - Oolite 78.
Gres bigarré = bunter Sandstein 88.
Grobkalk 61, 62.
Grobkalkformation 62.
Grünsand 68.
Grünsteine 93, 97, 103, 105.
Grünsteinschiefer 105.
Grünsteintuffe 97.
Gryphilitenkalk = Lias 79 od. Zechsteinformation 88.
Gyps 61, 63, 64, 65, 81, 82, 85, 86, 87, 88.
Gypsschlotten 88.
Hastingsbeds 72.
Hauptkalk (Quenstedt) = Kalkstein von Friedrichshall 84.
Hastingslager 72.
Hilsconglomerat 73.
Hilsthon 73.
Hippuritenkalk 67.
Höhlenkalk = Zechsteinformat. 88
Horderley - Rocks 100, 102.
Inferior - Oolit 78.
Infusorienablagerungen 56.
Ironsand 78.
Joredale - rocks 96.
Jüngster Meereskalkstein 56.
Juraformation 74.
Jurakalk 75.
Kalkmergel 69.
Kalkschiefer vom Bolca 61.
Kalkschiefer von Solenhofen 75.
Kalksinter 56.
Kalkstein von Friedrichshall 84.
Kalktuff 56.
Karpathensandstein 65, 71.
Kelloway rock 76.
Keuperdolomit 82.
Keuperformation 80, 82.
Keupergyps 82.
Keupermergel 80.
Kieselkalkstein 62.
Kieselschiefer 97.
Kieselsinter 56.
Kieseltuff 56.
Killas 103.
Kimmeridgeclay 74.
Kimmeridgethon 74.
Knochenbreccie 59.
Kohlen (Anthracit) 64. 73, 74, 82, 83, 91, 93, 94, 95, 103.
Kohlenkalkstein 96.
Koralleninseln 57.
Korallenkalk 61.
Korallenriffe 57.
Kreide 66.
Kreideformation 66.
Kreidemergel 67, 68, 69.
Kreidetuff 67.
Kressenberg 63.
Kupfersandstein 91.
Kupferschiefer 90.
Kurzawka, ein feiner Sandstein, fast ohne Bindemittel, welcher in Polen unter dem Muschelkalk lagert.

Lava 57.
Lehm 58.
Leithakalk 61.
Lettenkohle 82, 83.
Lias 79.
Liasformation 78.
Liaskalk 80.
Liassandstein 80.
Liasschiefer 78.
Lignit 65.
Lithographischer Kalkstein 75.
Llandeilo - Flags 102.
Löſs 58.
Löſsformation 58.
Londonthon 63.
Lower - greensand 70.
Ludlow - Rock 98.
Ludlow - Fels 98.
Macigno 69.
Magnesian limestone 89.
Marly - Sandstone 78.
May - Hill - Rock 100, 102.
Meeres - Sand und Sandstein 60.
Mehlbatzen 85.
Melonitenkalk 65.
Metalliferous limestone = Carboniferous limestone 96.
Meulière 58.
Millstonegrit 94.
Mittlere Grauwacke 98, 100, 102.
Molasse 65.
Molassengebilde 63.
Mountain limestone = Carboniferous limestone 96.
Mühlstein = Meulière 58.
Muschelkalkformation 84, 86.
Néocomien 73.
Nerineenkalk 75.
Niederschönaschichten 71.
Nordische Geschiebe 56.
Nummulitenkalk 65.
Obere Grauwacke 96.
Oberer Grünsand 68.
Oberer Quadersandstein 69.
Oberer Tegel 61.
Oeninger Kalkschiefer 59, 65.
Old - red - Sandstone 96.
Oolithformation 74.
Oolitique 77.
Opuka 69.
Orthoceratitenkalk 99, 101.
Oxfordclay 76.
Oxfordien 77.
Oxfordoolith 76.
Oxfordthon 76.
Permisches System 91.
Petwortmarble 72.
Phonolith 59.
Pisolithenkalk 65.
Plänerkalk 69.
Plänermergel 69.
Plänersandstein 69.
Plänerthon 69.
Plastischer Thon 65.
Porphyr 87, 91, 93.
Portlandien 77.
Portlandsand 74.
Portlandstein 74.
Portlandstone 74.
Posidonienkalk 100.
Posidonienschiefer 78.
Purbeck beds 73.
Quaderformation 68.
Quadersandstein 69.
Quecksilbererze 65, 93.
Raseneisenstein 56.
Rauchwacke = Zechsteindolomit 88.
Riffstein 56.
Rogensteinbildung 57.
Rothliegendes 90.
Sable ferugineux 73.
Salzablagerungen 57, 63, 65, 67, 86.
Sanderz = Weiſsliegendes 90.
Sandstein von Tübingen 80.
Sandsteppen 57.
Sauriendolomit 85.

Scar - limestone 96.
Schwefel 63.
Sedgeley - Kalkstein 98.
Seifengebirge 57, 59.
Silurian - System 98, 100, 102.
Silur - System 101.
Speeton - clay 70.
Steinsalz 63, 65, 67, 86.
Stinkstein 88.
Stubensandstein 80.
Süfswasserformation 58, 60.
Süfswasserkalk 59, 61.
Süfswasserquarz 59.
Subapenninenformation 61.
Sumpfkalkstein 60.
Tegel 60, 61, 63.
Terebratulakalk 85.
Thonschiefer 102, 104, 105.
Thonstein 92.
Tilgateforest - Schichten 72.
Tilgatestone 72.
Tilstone 96.
Torf 56.
Trachyt 59.
Trias 80, 81.
Trochitenkalk = Encrinitenkalk 84.
Tuffkreide 69.
Turtia 71.
Untere Grauwacke 102.
Unterer Encrinitenkalk 86.
Unterer Grünsand 70.
Unterer Oolith 78.
Unterer Quadersandstein 71.
Unterer Tegel 63.
Upper - greensand 68.
Valorcine 67.
Versunkene Wälder 56.
Vogesensandstein 88.
Wälderthon 72; 73.
Waldformation 72.
Walkerde 78.
Weald - clay 72.
Wealden 72.
Weifse Kreide 66, 67.
Weifser Kreidemergel 69.
Weifsliegendes 90.
Wellendolomit, nach Quenstedt unter dem Wellenkalk.
Wellenkalk 85, 86.
Wenlock - Kalk 98.
Wenlock - Rock 98, 100.
Wenlock - Schiefer 100.
Wiener - Sandstein = Karpathensandstein 71.
Wortsandstone 72.
Zechstein 88.
Zechsteinformation 88.
Zellendolomit, nach Quenstedt unter dem Kalkstein von Friedrichshall.

Verbesserungen.

S. 6. Z. 4. v. u. l. sulfatée st. sulphate.
S. 9. Z. 20. l. Fer pisolithique.
S. 10. Z. 4. l. Fer oligiste.
S. 12 Z. 15 v. u. füge zu: peat.
S. 16 Z. 3 v. u. l. Psammite st. Psamite.
S. 18 Z. 14 l. Siebikeroda st. Siebileroda.
S. 20 Z. 15 l. Poudingue st. Poudinge.
S. 26 Z. 19 l. Schiste st. Shiste.
S. 27 Z. 11 l. Schiste chlorité st. Chlorite chisteux.
S. 32 Z. 18 nach Oligoclasius fehlt:).
S. 32 Z. 6 v. u. l. granitoïde st. granitoide.
S. 39 hinter 123 könnte das neue Gestein Epidosit eingeschaltet werden. [Pilla im Jahrb. 1845 S. 63.]
S. 42 Z. 4 v. u. l. Lapilli st. Lapille.
S. 47 Z. 6 l. Retinite st. Pierre de Poix.
S. 48 Z. 5 v. u. l. Trachyte granitoïde.
S. 49 Z. 13 l. Trachyte porphyroïde.
S. 58. Von dem Pariser Becken wird im Text noch eine bessere Darstellung geliefert, worin z. B. der Sandstein von Beauchamp seine Stelle erhält.
S. 59 Z. 8 l. Gressly st. Gräfsli.
S. 61 Z. 5 l. Radoboj st. Radiboj.
S. 67. Die Hippuritenkalksteine finden sich auch in Algier, sind dort mit Steinsalzlagern verbunden und werden von Erzgängen durchsetzt. [Jahrb. 1845 S. 115.]
S. 68. Z. 6. v. u. l. Gault st. Golt.
S. 80 Z. 13 l. von Kalk- st. von Sand-.
S. 80. Die Triasgruppe Schwabens ist neuerlich von Quenstedt bearbeitet worden, was wahrscheinlich im Text berücksichtiget werden wird.
S. 89 Z. 17 d. 2. Spalte l. Häufig st. häufig.
S. 93 Z. 14 hinter 112 setze 1841 S. 432.

Druck der Teubner'schen Officin in Dresden.

Die Tafelrückseiten Deckel beschädigt 2/4 54

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Cotta, Bernhard <<von>>,

Grundriß der Geognosie und Geologie mit einer Titelskizze, 76 eingedruckten Holzschnitten und einer besonderen Beilage

Dresden [u.a.] 1846

Lith. 114 ha

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10283235-6